MBL/WHOI
0 0301 0015174 2

VERGLEICHEND-PHYSIOLOGISCHE STUDIEN.

EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN

VON

Dr. C. FR. W. KRUKENBERG.

ZWEITE REIHE.

VIERTE ABTHEILUNG.

WISSENSCHAFTLICHE ERGEBNISSE MEINER REISE

VOM

ÉTANG DE BERRE UEBER MARSEILLE UND TRIEST

NACH

SUAKIM UND MASSAUA.

I. THEIL.

MIT VIER LITHOGRAPHIRTEN TAFELN.

HEIDELBERG.

CARL WINTER'S UNIVERSITÄTSBUCHHANDLUNG.

1887.

Das Recht der Uebersetzung in fremde Sprachen wird vorbehalten.

Die Beeinflussung des Salzgehaltes der lebenden Gewebselemente durch den Salzgehalt der Umgebung.

Erste Abhandlung.

Der Wasseraustritt aus der Gallertscheibe der Medusen.

Durch die Züchtungsversuche, welche *Beudant* an Mollusken, *Czerny* an Infusorien, *P. Bert, Fél. Plateau, Schmankewitsch* u. A. an Crustaceen ausgeführt haben, ist bewiesen, daß sich sowohl einige Süßwasserspecies der genannten Ordnungen an das Leben im Meere, wie auch einige Salzwasserarten an das Leben in Flüssen oder Seen gewöhnen können. Die lange bekannte Thatsache, daß unbeschadet auch verschiedene Fische aus salzreichen in salzarme Wässer wandern und umgekehrt, das von *Semper*[1]) genau verzeichnete Vordringen der Cordylophora lacustris in die Elbe, in die Schlei bei Schleswig und in die Seine bis Paris erlaubt jenen Schluß noch auf andere Thierklassen auszudehnen.

An diese Untersuchungen mußte sich unwillkürlich die Frage reihen, ob, wenn das normale umgebende Medium durch ein salzreicheres resp. salzärmeres ersetzt wird, bei diesen äußerlich so tiefgreifenden Veränderungen 1. nur die Schutzdecken der Thiere undurchdringlicher für Diffusionsströme werden, oder ob 2. die lymphatischen Säfte, nicht genügend vor dem Wechsel der Außen-

[1]) *C. Semper*, Die natürlichen Existenzbedingungen der Thiere. Th. 1. Leipzig. 1880. S. 187 ff.

welt geschützt, dem ungewohnten äußern Medium in seiner normwidrigen Zusammensetzung folgen, und somit bei einem Fortbestehen des Lebens die Gewebe, in Folge ihres eigenthümlichen Electionsvermögens, es gewissermaßen lernen, bei einer so veränderten inneren Säftemischung weiter zu functioniren, oder ob endlich 3. das intracellulare Leben auch als solches fortbestehen kann, wenn der Salzgehalt der lebenden Gewebselemente über das normale Maaß bedeutend gestiegen oder unter dasselbe erheblich gefallen ist. Die Beobachtungen, daß die directe Ueberführung aus Salz- in Süßwasser oder aus Süß- in Meerwasser von Thieren ziemlich ausnahmslos nicht vertragen wird, daß sich aber viele Formen bei allmäliger Steigerung resp. Herabsetzung des Salzgehaltes den widernatürlichen Umständen anzupassen vermögen, gestatten nicht, die hier aufgeworfenen Fragen mit mehr oder geringerer Wahrscheinlichkeit nach ein oder der andern Richtung hin positiv zu beantworten.

Der erste und bis jetzt der einzige Forscher, welcher die Lösung jener Fragen systematisch in Angriff nahm, ist *L. Fredericq*. Seine erste diesbezügliche Mittheilung[1]) aus dem Jahre 1882 trägt einen noch wenig wissenschaftlichen Charakter; sie registrirt im Allgemeinen das Verhältniß, welches sich im Geschmacke des sog. Crustaceenblutes und in dem des umgebenden Wassers bezüglich des Salzgehaltes zu erkennen gab. *Fredericq* fand, daß — während das Blut von Fischen weit weniger Salze enthielt und deshalb auch nicht so salzig schmeckte als das Meerwasser, in welchem die Thiere gelebt hatten, — bei Krabben, bei Hummer und bei Octopus die lymphatischen resp. hämolymphatischen Flüssigkeiten den nämlichen salzigen Geschmack und einen annähernd gleichen Procentsatz an anorganischen Bestandtheilen

[1]) *L. Fredericq*, Bull. de l'acad. r. de Belgique. Sér. 3. T. 4. 1882. p. 209—212.

besitzen als das Meerwasser, in dem sie gefangen waren. Während nun aber die Krabben (Carcinus maenas) von Ostende eine stark salzig schmeckende Hämolymphe enthielten, schmeckte die Hämolymphe von Krabben derselben Art aus dem Brackwasser des Bräckman (eines Meerarmes, welcher mit der Schelde in Verbindung steht) viel weniger salzig, wie sich denn auch in der Hämolymphe der Krebse unserer Flüsse nur sehr geringe Mengen löslicher Salze dem Geschmacke verriethen.

Eine präcisere Form gewannen *Fredericq*'s Versuche zwei Jahre[1]) später. Jetzt trat die Abhängigkeit im Salzgehalte zwischen der Hämolymphe und dem Wasser der Umgebung weit schlagender als früher hervor, wie folgende Bestimmungen zeigen.

Species.	Lösliche Salze des Blutes. %	Beschaffenheit des Wassers.	
		Dichtigkeit.	Salzgehalt. %
Astacus fluviatilis . . .	0.94	—	Süßwasser
Carcinus maenas	1.48	?	Brackwasser
„ „	1.65	1.007	ca. 0.9
„ „	1.56	1.010	ca. 1.3
„ „	1.99	1.015	ca. 1.9
„ „	3.001	1.026	3.40
„ „ .	3.007	—	3.40
Homarus vulgaris . . .	3.040	1.026	3.41
Platycarcinus pagurus	3.101	1.026	3.40
„ „	3.104	1.026	3.40
Palinurus vulgaris . . .	2.9	1.026	3.40
Maja squinado	3.045	1.026	3.40
„ „	3.37	?	3.9

Fredericq schloß aus diesen Befunden, daß der Salzgehalt des Crustaceenblutes den Schwankungen in der Zusammensetzung des äußern Mediums folgt, doch so, daß derselbe in sehr salzarmem Wasser über dem des Mediums, in sehr salzreichem unter

[1]) *L. Fredericq*, Composition saline du sang et des tissus des animaux marins. Libre jubilaire de la soc. de méd. de Gand. 1884. p. 9.

dem des Mediums sich hält. Aehnlich wie die Crustaceen verhielten sich die Mollusken. Zugleich hatte sich *Fredericq* davon überzeugt, daß die sessilen Gewebe nicht an den Schwankungen im Salzgehalte der Hämolymphe participiren, sondern weniger salzig als letztere sind. Die Muskeln von Homarus enthielten nur 1.127 %, die von Haliotis 1.95 % lösliche Salze. Hiermit schien die Frage zu Gunsten der zweiten, von uns oben aufgestellten Möglichkeit entschieden.

Unmittelbar nach dem Erscheinen der zweiten *Fredericq*'schen Abhandlung veröffentlichte *Mœbius*[1]) die Ergebnisse von Aschenanalysen, welche von *Ladenburg* an der Aurelia aurita der Ostsee gewonnen und mir schon am 21. Januar 1881 durch eine briefliche Zuschrift des Herrn Professor *Mœbius* bekannt geworden waren. *Ladenburg* hatte bei einer Meduse 2.06 %, bei einer andern 2.1 % Trockensubstanz gefunden. Diese Procentziffern stimmten sehr schlecht zu denen, welche ich[2]) an adriatischen Medusenformen bereits 1879 resp. 1880 erhalten hatte. Ich war zu folgenden procentischen Werthen gelangt:

Species.	Trocken-substanz.	Wasser.	Anorganischer Rückstand.	Organischer Rückstand.
Rhizostoma Cuvieri	4.608	95.392	3.0	1.608
Aurelia aurita . . .	4.2056	95.7944	—	—
„ „	4.66	95.34	—	—
Chrysaora hyoscella	4.25	95.75	—	—
„ „	3.7	96.3	—	—

Vorausgesetzt die Vergleichbarkeit der Resultate, an der in diesem Falle (trotz der Flüchtigkeit des Chlormagnesiums bei un-

[1]) *K. Mœbius*, Zoologischer Anzeiger. 1882. S. 586.

[2]) *Krukenberg*, Vergl.-physiol. Studien. 1. Reihe. 2. Abth. Heidelberg. 1880. S. 85 ff. und Zoolog. Anzeiger. 1880. S. 306.

vorsichtigem Eindampfen und der Schwierigkeit, das anhaftende Meerwasser von den Thieren stets in gleicher Weise ohne Schädigung zu entfernen) kaum gezweifelt werden konnte, war somit das *Fredericq*'sche Resultat schon vor dessen eingehenderen Untersuchung von *Ladenburg* und mir gewonnen; warf doch bereits im Januar 1881 *Mœbius* mir gegenüber die Frage auf: „Sollte der Unterschied in *Ladenburg*'s und Ihren Analysen nicht dem verschiedenen Salzgehalte beider Meeresgebiete beizumessen sein? Der Wassergehalt der Medusen ist offenbar sehr groß, aber das Wasser, welches ihre Gewebe durchtränkt und welches ihr Gastrovascularsystem erfüllt, wird ohne Zweifel nicht weniger Meeressalze enthalten als das Wasser, in welchem sie schwimmen. Medusen, welche in stärker salzigen Meeren leben, werden daher mehr Trockensubstanz hinterlassen als Medusen derselben Art aus schwachsalzigen Gebieten." Beiläufig bemerkt, beträgt der mittlere Salzgehalt der Kieler Föhrde von der Oberfläche bis 4 Meter tief nur 1.7—1.8%, während der Salzgehalt der Adria auf 3.84% steigt.

Unangreifbar für die oben aufgeworfene Frage sind übrigens weder *Ladenburg*'s und meine Ergebnisse, noch die Befunde von *Fredericq*. Erstens durfte sich nämlich *Plateau*[1]) auf Grund seiner zahlreichen Erfahrungen für berechtigt halten, den Satz aufzustellen, daß die Unterschiede in der Dichte zwischen süßem Wasser und Meerwasser ebensowenig die tödtliche Wirkung des Seewassers auf die Süßwasserarticulaten erklären als die des süßen Wassers auf die marinen Crustaceen. Ich[2]) habe schon früher einmal die bemerkenswerthesten Thatsachen zusammengestellt, welche lehren, wie Erstaunenswerthes das Electionsvermögen thierischer Zellen zu leisten vermag; hier sei nur kurz daran erinnert, daß, da der Eiweißgehalt der Transsudate verschiedener

[1]) Vgl. *Fél. Plateau*, Compt. rend. T. 97. 1883. p. 468.

[2]) Vergl.-physiol. Vorträge. Heft 1. Heidelberg. 1882. S. 7.

Körperhöhlen niemals mit einander übereinstimmt, auch zur Erklärung der abdominalen Transsudate und Exsudate[1]) ganz bestimmte Momente herangezogen werden mußten, die z. Th. in dem Bau und der Einrichtung des Peritoneums, z. Th. in dem Bau der Gefäßwandungen selbst gegeben sind. Stoßen wir nun aber schon bei den Säugethieren auf Trans- und Exsudate, wo bei den Einen der Eiweißquotient dem des Blutserums sehr nahe bleibt (Ascitesflüssigkeit), in einem andern nur Serumalbumin, kein Globulin (Eiweißharn beobachtet von *F. A. Hoffmann*), und in einem dritten nur Globulin, kein Serumalbumin (Eiweißharn beobachtet von *Estelle* und *Hammarsten*) gefunden wird, so denke ich, wird die Möglichkeit näher zu prüfen sein, ob nicht auch in der Crustaceenhämolymphe, dem Wechsel des Salzgehaltes im umgebenden Wasser entsprechend, der Salzgehalt und damit die Dichte schwanken können, ohne daß zugleich die als schädlich erkannten Substanzen Zutritt in das Körperinnere erhalten, oder ohne daß in einem anormal salzarmen Medium die für den Unterhalt des Lebens nothwendigen Stoffe die hämolymphatische Bahn, rein den Diffusionsgesetzen folgend, gleichzeitig verlassen müssen. Ueber diesen bedeutsamen Punct geben die Arbeiten *Fredericq*'s nicht den leisesten Aufschluß, und die Frage, ob es thatsächlich reine Diffusionsvorgänge sind, welche den Salzaustausch zwischen der Crustaceenhämolymphe und dem umgebenden Wasser zu Stande kommen lassen, ist somit unaufgeklärt geblieben. Des Weitern sind nun auch die *Fredericq*'schen Angaben bezüglich des Verhaltens der festen Gewebe bei Schwankungen des äußern wie innern Mediums im Salzgehalte gar zu unvollständig, als daß sich daraus für jene irgend etwas mit Bestimmtheit folgern ließe. Wie sich in den lebenden Organelementen der Salzgehalt der

[1]) *F. A. Hoffmann, Virchow*'s Archiv f. path. Anat. Bd. 89. 1882. S. 271 ff.

Säfte mit dem der Umgebung ändert, wie sich jene einem verschiedenen Salzgehalte des sie umspülenden Wassers anzupassen vermögen, beansprucht aber weitaus das meiste Interesse. Gerade über solche Verhältnisse wie diese, welche überall in der Physiologie in versteckter Gestalt wiederkehren, auf welche man bei den Transsudations-, den Secretions- und Resorptionsvorgängen stets Bedacht zu nehmen hat, muß eine absolute Gewißheit herrschen. Schon *Paul Bert*[1]) hob von Untersuchungen, welche Verhältnisse dieser Art aufzuklären im Stande sind, gewiß nicht mit Unrecht hervor: „Ces recherches présentent un grand intérêt, non seulement au point de vue de la physiologie des épithéliums, mais pour l'histoire générale des êtres aquatiques pendant l'époque actuelle et dans les temps géologiques." — So kam es, daß ich die *Fredericq*'schen Arbeiten fortzusetzen unternahm und, wie das Folgende lehren wird, wenigstens Eines der sich von ihm gesteckten Ziele erreichen konnte.

Solange es sich erst noch darum handelte, den Nachweis zu führen, daß der Salzgehalt der lebenden Gewebselemente durch den des umgebenden Wassers überhaupt beeinflußt wird oder nicht, schienen mir die Medusen ein günstigeres Object als die Crustaceen zu sein; denn 1) verweilt die zu der geringen Menge organischer Substanz wahrhaft gewaltige Wassermasse bei diesen Thierformen zum weitaus größten Theile in den lebenden Zellen selbst, und 2) haben wir hier in der Aurelia aurita eine Form vor uns, welche bekanntermaßen in Wässern von nahezu nur 1.5% bis zu solchen von ca. 5% Salzgehalt außerordentlich gut gedeiht. *Semper*[2]) glaubt zwar, es sei nicht wunderbar, daß die weiche gelatinöse Qualle fast momentan getödtet wird, sobald sie mit Süßwasser in Berührung kommt; mir scheint jedoch hier die Weichheit der äußern Haut ohne Weiteres nichts zu bedeuten,

[1]) *P. Bert*, Compt. rend. T. 97. 1883. p. 136.

[2]) *C. Semper*, a. a. O. Th. 1. S. 187.

denn das Resultat des osmotischen Ausgleiches wird überall wie bei den serösen Membranen der Wirbelthiere in erster Linie durch die Eigenthümlichkeiten des lebenden Substrates als solches bestimmt, und ob weich oder hart spielt daher für den Ausgleich der Diffusionsströme in der lebenden Zelle nur eine sehr untergeordnete, ja ich möchte sagen, eine noch ganz zweifelhafte Rolle.

Da einerseits aus den Arbeiten von *Plateau*, *P. Bert* und *Varigny*[1]) mit Evidenz hervorgeht, daß das für die Süßwasserthiere schädliche Moment im Meerwasser lediglich die Chloride des Natriums und Magnesiums sind, das für die Meerthiere bei unseren Betrachtungen einzig als unentbehrlich zu bezeichnende Salz nur das Chlornatrium sein kann, und andrerseits für alle Meere der Salzgehalt schon in dem Chlorgehalte allein zum Ausdruck gelangt, so habe ich mich bei meinen Untersuchungen darauf beschränken dürfen, nur den Chlorgehalt der spontan aus den Medusenstücken hervortretenden Flüssigkeit mit dem des Meerwassers, in welchem die Thiere gefangen wurden, zu vergleichen. Anfangs glaubte ich, noch einen zweiten Anhaltspunct durch Bestimmung des Phosphorsäuregehalts zu erzielen; doch da sich bei einer Rhizostoma aus dem Étang de Berre 25 cbc. des ausgetretenen Saftes unfähig erwiesen, 0.5 cbc. einer Uranacetatlösung, von der 1 cbc. 0.005 gr. Phosphorsäureanhydrid entsprachen, zu binden und demnach weniger als 0.0025 gr. P_2O_5 (= 0.01 %) enthalten mußten, stand ich von diesem Vorhaben ab.

Der Chlorgehalt wurde von mir ausschließlich durch Titriren der fraglichen Flüssigkeiten mit einer $^1/_{10}$ Silberlösung (1 cbc. = 0.00355 gr. Chlor entsprechend) bestimmt und, um allen Täuschungen vorzubeugen, wurden sämmtliche Bestimmungen, sowohl

---

[1]) Vgl. *H. de Varigny*, Compt. rend. T. 97. 1883. p. 54; *P. Bert*, ibid. p. 133—136; *F. Plateau*, ibid. p. 467—469.

die in Martigues am Étang de Berre und in Triest, wie die in Suakim und Massaua mit Theilportionen ein und derselben Höllensteinlösung ausgeführt. Die Vergleichbarkeit der Resultate unter einander ist dadurch eine absolute geworden. Die zu untersuchenden Hydrolymphen wie die Wasserproben wurden vor dem Titriren genau abgemessen, dann unter schwachem Essigsäurezusatz zum Sieden erhitzt, das Flüssigkeitsquantum durch Zusatz von destillirtem Wasser haarscharf wieder auf das anfängliche Volumen gebracht und schließlich filtrirt. Im Uebrigen war die Ausführung der Proben die gebräuchliche, wie ich[1]) sie anderen Ortes genauer beschrieben habe.

Obschon ich mich durch Vorversuche an Rhizostoma Cuvieri vergewissert hatte, daß die Resultate nicht nennenswerth von einander abweichen, wenn man statt der compacten centralen Gallertmasse ein Stück des Schirmrandes sich spontan entwässern läßt, so zog ich doch vor, wenn irgend möglich, zu den Untersuchungen nur den mittleren soliden Kern der Gallertscheibe zu verwenden, und bin nur bei Aequorea Forskalea wegen der Kleinheit der Exemplare von diesem Grundsatze abgewichen. Alle zu den Versuchen verwendeten Würfel der Gallertmasse wurden vorerst an der Außenseite gut abgetrocknet, darauf in einem Glasschälchen der spontanen Entwässerung unterworfen, nach 3 bis 5 Stunden die ausgetretene Flüssigkeitsmenge gesammelt und sofort in der oben angegebenen Weise auf ihren Chlorgehalt geprüft. Bei den Aequoreen wurden die gefärbten Partieen des Randes und der Unterseite abgelöst und die alsdann ebenfalls ganz compact erscheinende, klare, farblose Gallertmasse der gleichen Procedur unterworfen. Sämmtliche zum Vergleiche herangezogenen Wasserproben stammten aus der nächsten Umgebung der zur Untersuchung verwendeten Medusenformen und sind nur insofern

[1]) Grundriß der medic.-chemischen Analyse. Heidelberg. 1884. S. 96.

unserem Zwecke ungünstig, als dieselben gleich den Medusen nahe der Meeresoberfläche genommen werden mußten.

Zu der nun folgenden Zusammenstellung meiner Versuchsergebnisse bleibt wenig zu bemerken. Nur in Triest stieß die Bestimmung des Chlorgehaltes bei einigen Proben insofern auf Schwierigkeiten, als das Eintreten der Endreaction wegen immerhin geringfügiger, durch Kochen nicht zu entfernender Beimengungen ein wenig maskirt wurde; in solchen Fällen sind die beiden gefundenen Extremzahlen in der Liste neben einander aufgeführt. Die einzelnen Meerwasseranalysen stehen auf unserer Tabelle bis zu dem nächsten, in fettem Drucke ausgeführten Querstriche in Beziehung zu den nachfolgenden Analysen der einzelnen Medusenhydrolymphen.

Fundort.	Species.	Chlorgehalt in Procenten.	
Étang de Berre bei Martigues, östlich von der Rhônemündung	Meerwasser	1.2780	
	Aurelia aurita *L.*	1.5975	
	Rhizostoma Cuvieri *Pér. Les.*	1.65075	
Golf von Triest (Nähe des Leuchtthurmes von San Andrea)	Meerwasser	1.846	1.775
	Aurelia aurita *L.*	1.8105	1.775
	Meerwasser	1.931	
	Chrysaora hyoscella *Sch.*	2.059	
	„ „	1.988	
	Aurelia aurita *L.*	1.988	2.0732
	Aequorea Forskalea *Eschh.*	2.0164	
	Meerwasser	1.988	
	Rhizostoma Cuvieri *Pér. Les.*	2.0093	
Natürlicher Canal zwischen den Korallenbänken vor Suakim	Meerwasser	2.0945	
	Aurelia aurita *L.*	2.2223	
Rothes Meer zwischen Schech Said und Ras Madur auf Massaua	Meerwasser	2.1868	
	Cassiopea polypoides *Keller*	2.2294	
Rothes Meer zwischen Taolud und Massaua	Meerwasser	2.3075	
	Cassiopea polypoides *Keller*	2.3667	

Diese Versuche berechtigen zu folgenden Schlußfolgerungen:

1. Die Flüssigkeit in der Gallertscheibe der Medusen weist bezüglich ihres Salzgehaltes ausnahmslos eine große Uebereinstimmung mit dem umgebenden Meerwasser auf, jedoch derart, daß in salzarmen Meeren der Salzgehalt des Gallertwassers gegenüber dem des Meerwassers sich verhältnißmäßig viel höher stellt als bei Medusen, welche in salzreichen Wässern leben.

2. Die Untersuchungen von fünf verschiedenen Medusenspecies aus dem Golfe von Triest, sowie die von zwei verschiedenen Arten aus dem Étang de Berre bei Martigues zeigen, daß bezüglich des Salzgehaltes des die Gallertmasse verlassenden Wassers keine nennenswerthe Verschiedenheiten unter den einzelnen Medusenformen bestehen.

3. Für die Annahme, daß der Salzgehalt des Gallertsaftes in salzreichen Meeren bei den Medusen unter den des umgebenden Meerwassers, ohne Gefahr für das Leben der Meduse, sinken kann, liegen keine experimentelle Beweisgründe vor; vielmehr deuten die für die Rothen Meer-Formen gefundenen Thatsachen darauf hin, daß sich der Gewebssaft, solange das äußere Medium keine schädliche Wirkung auf das Leben des Organismus hervorruft, einen Salzgehalt zu bewahren weiß, der allemal höher ist als der des umgebenden Meerwassers.

Diese drei Sätze haben allem Anscheine nach auch Gültigkeit für die Gallertsubstanz der zusammengesetzten Ascidien[1]).

[1]) Eine Bestimmung des Trockenrückstandes sowie des Aschegehaltes von Polycyclus Renieri *Lam.* habe ich bei anderer Gelegenheit (Vergl.-physiol. Studien. 1. Reihe. 2. Abth. 1880. S. 97) mitgetheilt. Ich fand im Mittel 93.61% Wasser, 6.39% feste Bestandtheile, und von diesen blieben 3.255 in der Asche zurück. Damals und auch in späteren Heften dieser Studien (1. Reihe. 3. Abth. S. 102, Anm. 1 u. S. 103; 2. Reihe. 3. Abth. S. 149) ist diese Art fälschlich als Botryllus violaceus aufgeführt, zwar mit einem Fragezeichen dahinter. Erst die schöne Arbeit von *R. von Drasche* über die zusammengesetzten Ascidien des Golfes von Rovigno hat eine sichere Speciesdiagnose möglich werden lassen.

Für zwei Species aus dieser Classe, welche ich aus der Adria in Triest erhielt, ergaben sich für das aus der reinen, zerschnittenen Gallerte spontan abgeflossene Wasser folgende Werthe:

Species.	Chorgehalt in Procenten
Polycyclus Renieri *Lam.*	2.2223
Amaroucium conicum *Olivi*	2.2134

Zwar ist hier der Procentgehalt an Chlor höher als bei den Medusen des gleichen Vorkommens; das erklärt sich aber leicht aus ihrem verschiedenen Aufenthaltsorte. Unsere Medusen wurden ausnahmslos nahe der Meeresoberfläche oder nur 1—3 Fuß tiefer gefischt; Polycyclus Renieri wie Amaroucium conicum leben dagegen am Meeresgrunde, — bei Triest in einer Tiefe von 8 bis 13 Faden. Daß in diesen Regionen das Meerwasser einen größeren Salzgehalt als nahe seiner Oberfläche besitzt, ist bekannt, und dieser Umstand erklärt uns, warum bei den Ascidien ein höherer Chlorgehalt gefunden werden konnte als bei den Medusen. Die Differenzen fallen zwischen den Repräsentanten beider Thiertypen vollständig fort, wenn wir die von *A. Vierthaler*[1]) an adriatischen Wasserproben ausgeführten Bestimmungen, bezüglich der Chlorzunahme mit steigender Tiefe, in Rücksicht ziehen. *Vierthaler*'s Analysen führten bei den, den unsrigen Versuchen vergleichbaren Aprilproben zu folgenden $^1/_{10}$procentischen Werthen:

Localität	Fiume					
Tiefe in Fußen	Oberfläche	1	6	30	60	120
Chlorgehalt in $^1/_{10}$ Procenten	19.1440	19.6250	20.1809	20.9567	21.2165	21.1717

[1]) Dritter Bericht d. ständigen Commission für die Adria an die k. Acad. d. Wiss. Wien. 1873. S. 67 u. 68.

Localität	Lesina					
Tiefe in Fußen	Oberfläche	1	6	30	60	120
Chlorgehalt in $^1/_{10}$ Procenten	19.3788	20.1387	20.3969	20.4345	20.7891	21.0116
Localität	Corfu					
Tiefe in Fußen	Oberfläche	1	6	30	60	120
Chlorgehalt in $^1/_{10}$ Procenten	20.4056	20.2637	20.0847	21.1722	21.2450	21.6363

Um dem eigenthümlichen Entwässerungsvorgange, der sich an den Medusen sofort abzuspielen beginnt, wenn dieselben ihr natürliches nasses Medium verlassen, näher auf den Grund zu kommen, thaten vor allem Versuche Noth, welche uns über die Wirkung reiner Salzlösungen — sowohl solcher Salze, welche als Mittelsalze bezeichnet, keine tiefere Schädigung der Lebensvorgänge direct nach sich ziehen, als auch der für gewöhnlich corrodirend wirkenden Salze der Schwermetalle — und über die Wirkung der als specifische Ganglien- und Protoplasmagifte angesprochenen Alkaloïde einen genügenden Aufschluß geben. Derartige Versuche sind von mir im vergangenen Halbjahre zu Hunderten ausgeführt, und die Tabellen A bis L führen dem Leser nur eine beschränkte Anzahl derselben vor. Hätten meine sämmtlichen Versuchsreihen Mittheilung finden sollen, so wären die Tabellen noch mindestens um's Zehnfache länger ausgefallen, — doch nur auf Kosten der Uebersichtlichkeit; denn andere Gesichtspuncte als die, welche sich aus dem Mitzutheilenden ergeben werden, hat eine sorgfältige Berücksichtigung jedes meiner Versuche nicht zur Folge gehabt. Ich bemerke indeß, daß die folgenden Versuchsreihen allemal die Extreme der beobachteten Fälle wiedergeben, daß nicht etwa eine willkürliche Auswahl getroffen wurde, die, auf dem Papiere

wenigstens, einer vorgefaßten Meinung hätte Vorschub leisten können. Ich versichere, daß die Resultate, zu denen ich in dieser Weise gelangt bin, Keinem unerwarteter gekommen sind als mir, Keinen so unangenehm betroffen haben als mich, der, allerdings ohne es jemals ausgesprochen zu haben, von einem unbedingten Elections- und Rentensionsvermögen der lebenden Organelemente bis dahin die übertriebensten Erwartungen hegte. Mir lag allein daran, einen Einblick in Verhältnisse zu gewinnen, mit welchen, wie gesagt, der Physiologe ständig zu rechnen hat, und da trotz langen Wartens die Entscheidung dieser brennenden biologischen Fragen von anderer Seite nicht getroffen wurde, so packte ich meine Chemikalien selbst zusammen und reiste dem Mittelmeere entlang von Barcelona bis Triest und besuchte am Rothen Meere alle dem Fremden zugängigen Häfen von Suez bis Massaua. Ob nun aber zur Entscheidung der auf den folgenden Blättern berührten Fragen eine Reise an die Gestade des Rothen und Mittelländischen Meeres ein unbedingtes Erforderniß war, ob sich dieselben nicht eben so gut an den Wassergeweben der in unseren Treibhäusern cultivirten Semperviven und Agaven hätten entscheiden lassen, wird die Zukunft zu lehren haben; mein Wunsch ging jedoch dahin, den ganzen Versuchscyklus an einer Thierform und zwar an nahe verwandten Repräsentanten ein und derselben Familie zu Ende zu führen, und da war nicht wohl ein anderer Weg ausfindig zu machen.

Da zahlreiche Versuche an den beiden Medusenformen des Étang de Berre (Rhizostoma Cuvieri und Aurelia aurita) mich belehrt hatten, daß bezüglich der spontanen Wasserabgabe größere specifische Differenzen nicht bestehen, und sich dieser Satz an den Medusen des Rothen Meeres wie auch an denen aus dem Golfe von Triest bewahrheitete, so habe ich mich nicht streng an Eine Medusenspecies gebunden. Bei meiner Anwesenheit in Massaua war überdies der kosmopolitischen Aurelia au-

rita[1]) noch nicht habhaft zu werden, und in Martigues erschienen mir die Rhizostomen des gleichmäßigeren Baues ihres fester gefügten Gallertgewebes wegen für die beabsichtigten Versuche günstiger als die Aurelia aurita. Wie man leicht erkennen wird, ist die Mehrzahl der entscheidenden Puncte an Rhizostoma und zwar schon bei meiner Anwesenheit in Martigues zum Austrag gelangt. Sämmtliche in den Tabellen E bis L niedergelegten Versuche sind an Medusen des Étang de Berre ausgeführt und abgesehen von dem einen Vergiftungsversuche mit Veratrin an Aurelia aurita, der sub 16 Tab. I aufgenommen ist, ausschließlich an großen, frisch eingefangenen Exemplaren der Rhizostoma Cuvieri[2]).

---

[1]) Seit *Ehrenberg* die Aurelia des Rothen Meeres sorgsam untersucht, beschrieben und abgebildet hat, ist meines Wissens kein Zweifel an der Identität dieser Form mit der Aurelia aurita des Mittelländischen und der nordischen Meere laut geworden. Meine Zeit reichte nicht aus, mich mit dieser Frage eingehender zu beschäftigen; einen leicht in die Augen springenden Unterschied habe ich zwischen den Aurelien des Étang de Berre und den Aurelien des Canales von Suakim nicht wahrgenommen. Dagegen fiel es mir bei den Untersuchungen der Aurelia aurita aus dem Golfe von Triest auf, daß diese Form ungleich zarter struirt ist als die Aurelia des Étang und des Rothen Meeres. Letztere kann man unbeschadet auf den gespreizten Fingern tragen, während die Aurelia des Golfes von Triest für den Transport eine solide Unterlage erfordert. Schon durch eine halbe fingerbreite Lichtung zwängt sich die weiche Gallertmasse hindurch und zerreißt alsdann sehr bald. Mit einem geringeren Salzgehalte der Gewebe kann diese Erscheinung nicht zusammenhängen, da die salzärmeren Aurelien des Étang de Berre ungleich widerstandsfähiger sind und nach Herrn Dr. *Ed Græffe*'s Aussage auch die Aurelia aurita der Ostsee ein viel derberes Gefüge besitzt als die Triester Form. Der Unterschied muß nothwendig in der Structur der Gewebe begründet liegen. Die Rhizostoma Cuvieri von Triest besaß die nämliche Resistenz wie ihre Brüder im Étang de Berre.

[2]) Auffallend ist der Medusenreichthum des Étang de Berre! Im October, wo ich mich dort befand, schwamm bei günstigem Wetter eine Rhizostoma dicht neben der anderen, und in den tieferen Wasserschichten

Kundig des verhältnißmäßig zarten Gefüges aller Medusenformen, wird vielleicht mancher die auf den folgenden Tabellen verzeichneten Gewichtsbestimmungen mit Achselzucken betrachten, und es unwahrscheinlich, wenn nicht gar unmöglich finden, daß bei derartigen Wägungen den gefundenen Zahlen in der ersten Decimalstelle noch irgendwelche Correctheit zukommt. Dieser Meinung habe auch ich zu Anfang meiner Versuche gehuldigt, aber sehr bald wurde ich eines Besseren belehrt. Nachdem ich eine größere Anzahl von Wägungen ausgeführt hatte, lernte ich wider Erwarten rasch den Uebelständen, welche durch das erforderliche Abnässen der Medusenstücke, durch die schon während der Wägung sich einstellende Wasserabgabe und den Substanzverlust der Stücke bei Berührung mit der Luft entstehen mußten, Rechnung tragen und die einzelnen Wägungen bis auf 0.2 gr. durchaus vergleichbar werden zu lassen. Ich habe über diesen Punct viele Experimente angestellt und bin gewiß, daß bis auf den angegebenen Grenzwerth, bis auf 0.2 gr. also, die einzelnen

nahm man noch unglaubliche Mengen derselben wahr. Die Aurelia aurita stand an Individuenzahl der Rhizostoma erheblich nach, doch auch an ihr herrschte ein seltener Reichthum. Der größte Theil des gesammten Wasserbeckens war von den Medusen in Beschlag genommen, eine wahre Plage für die Fischer, deren Netze durch das Secret der Nesselzellen überdies so mitgenommen, gleichsam verbrannt werden, daß sie nach verhältnißmäßig kurzem Gebrauche beim Trocknen an der Luft wie Spreu auseinanderfallen.

Das große Ueberhandnehmen der Medusen in diesem abgesackten Becken des Mittelmeeres, welches mit jedem Jahre durch den starken Zufluß von Süßwasser immer mehr von seinem marinen Salzgehalte einbüßt, ist mit der Brackwassernatur des Étang in Zusammenhang gebracht; man vermuthete, Rhizostoma wie Aurelia seien eigentlich Brackwasser- keine Meeresformen. Doch stehen hinsichtlich der Aurelia meine Erfahrungen in Suakim dieser Ansicht entgegen. Als ich Mitte Februar d. J.'s den Hafen der Sudanhauptstadt verließ, wimmelte es dort ebenso von Aurelien als zuvor im Étang de Berre; das Hafenwasser von Suakim weist aber einen Salzgehalt von nahezu 4.5 % auf.

Wägungen frischer Stücke untereinander vollkommen vergleichbar sind; bei Wägungen nach einem einmaligen Wasserverluste fällt dieser Grenzwerth selbstverständlich noch viel geringer aus.

Zum Verständniß der Tabellen sei noch hinzugefügt, daß V Vormittags, M Mittags, N Nachmittags bedeutet, und daß in den Berechnungen derselben Z = der verflossenen Zahl der Stunden seit Beginn des Versuches, G = dem während dieser Zeit eingetretenen Substanzverluste, und dieser in Procenten ausgedrückt mit P bezeichnet ist.

A. Versuche über die Wasserabgabe trocken gelassener Medusenstücke.

Nummer d. Versuches.	Species.	Fundort.	Beginn der Versuche.	Gewicht.	Zeit der Beobachtung.	Gewicht.	Zeit	Gewicht.	Zeit	Gewicht.	Zeit	Gewicht.	Zeit	Gewicht.
1.	Rhizost. Cuvieri	Étang de Berre	12 h. M. (23. Oct.)	230 gr.	5 h. N.	153 gr.	9 h. 45 N.	139 gr.	7 h. V. (24. Oct.)	122 gr.	8h.N.	105gr.	10 h.V. (25.Oct.)	91.5gr.
2.	„	„	10 h. V. (25. Oct.)	18 gr.	12 h. 7 V.	11.8gr.	3 h. N.	9.3 gr.						
3.	Aurelia aurita	„	12 h. M. (25. Oct.)	20 gr.	5 h. N.	16 gr.	9 h. N.	13 gr.						
4.	Cassiopea polypoides	Rothes Meer bei Massaua	12 h. 48 N. (13. Jan.)	22 gr.	8 h. 30 V. (14. Jan.)	10.6gr.								
5.	„	„	1 h. 35 N. (15. Jan.)	141 gr.	8 h. 30 V. (16. Jan.)	64 gr.								
6.	„	„	2 h. 3 N. (15. Jan.)	17.5 gr.	6 h. N.	12.5gr.								
7.	„	„	2 h. 4 N. (15. Jan.)	24.5 gr.	5 h. 59 N.	18.2gr.								
8.	Aurelia aurita	Canal von Suakim	2 h. 35 N. (3. Febr.)	92 gr.	3 h. 44 N.	72 gr.	8 h. 12 N.	56.5gr.	8 h. 30 V. (4. Febr.)	42 gr.				
9.	„	„	2 h. 43 N. (3. Febr.)	33 gr.	2 h. 46 N.	23.7gr.	8 h. 15 N.	20.3gr.	8 h. 40 V. (4. Febr.)	14.5gr.				
10.	„	„	2 h. 38 N. (3. Febr.)	76.5gr.	3 h. 45 N.	62 gr.	8 h. 13 N.	51.5gr.	8 h. 31 V. (4. Febr.)	30.5gr.				
11.	„	„	2 h. 45 N. (3. Febr.)	37.5gr.	4 h. 47 N.	23.5gr.	8 h. 17 N.	18.5gr.	8 h. 35 V. (4. Febr.)	14.5gr.				
12.	Chrysaora hyoscella	Golf von Triest	3 h. 35 N. (12. April)	20.5gr.	10 h. 30 V. (14. April)	3.7 gr.								

Berechnung der Tabelle A.

1.	Z.		5	9.75	19	32	46	7.	Z.		ca.4				
	G.		77	91	108	125	139.5		G.		6.3				
	P.		33.5	39.6	47.0	54.4	60.7		P.		25.7				
2.	Z.	2	5					8.	Z.	ca.1.1	5.75		17		
	G.	6.2	8.7						G.	20	35.5		50		
	P.	34.4	48.4						P.	21.7	38.6		54.3		
3.	Z.		5	9				9.	Z.	0.05	5.75		18		
	G.		4	7					G.	9.3	12.7		18.5		
	P.		20	35					P.	28.2	38.5		56.1		
4.	Z.			7.75				10.	Z.	1.1	5.5		17.75		
	G.			11.4					G.	14.5	2.5		46		
	P.			51.8					P.	19.0	32.7		60.1		
5.	Z.			7				11.	Z.	2	5.5		17.8		
	G.			77					G.	14	19		23		
	P.			54.8					P.	37.3	50.7		61.3		
6.	Z.		4					12.	Z.						43
	G.		5						G.						16.8
	P.		28.6						P.						81.9

B. Versuche mit unversetztem frischen Meerwasser.

Nummer d. Versuchs.	Species.	Fundort.	Beginn der Versuche.	Gewicht.	Zeit der Beobachtung.	Gewicht.	Zeit.	Gewicht.
1.	Rhizost. Cuv.	Étang de Berre	10 h.30V. (24. Oct.)	101 gr.	5 h. N.	93 gr.	8 h. V. (25. Oct.)	82 gr.
2.	„	„	5 h. 27 N. (24. Oct.)	19.5 gr.	9 h. N.	17 gr.	8 h.15V. (25. Oct.)	14 gr.
3.	Cassiopea polypoid. (+ 50 cbc. Meerwasser)	Rothes Meer bei Massaua	12h.45 N. (14. Jan.)	22 gr.	8h.30V. (15. Jan.)	14.3 gr.		
4.	Cassiopea polypoid. (+ 50 cbc. Meerwasser)	„	2 h. 6 N. (14. Jan.)	22 gr.	6 h. 2 N.	19 gr.	7 h.20V. (15. Jan.)	15.7 gr.

Berechnung der Tabelle B.

1.	Z.		6.5	9.5				3.	Z.						19.75
	G.		8	19					G.						7.7
	P.		8	19					P.						45.3
2.	Z.	3.5			14.8			4.	Z.	4					17.2
	G.	2.5			4.5				G.	3					6.3
	P.	12.8			23.1				P.	13.7					28.9

C. Versuche mit destillirtem Wasser.

Nummer d. Versuches.	Species.	Fundort.	Beginn der Versuche.	Gewicht.	Zeit der Beobachtung.	Gewicht.	Zeit.	Gewicht.
1.	Rhizost. Cuvieri.	Étang de Berre	9 h. 35 V. (23. Oct.)	61.5 gr.	5 h. N.	47 gr.	8 h. V. (24. Oct.)	36 gr.
2.	„	„	9 h. 40 V. (23. Oct.)	131 gr.	5 h. N.	100 gr.	8 h. V. (24. Oct.)	74.5 gr.
3.	„	„	5 h. 30 N. (24. Oct.)	16.5 gr.	9 h. N.	14 gr.	8 h. V. (25. Oct.)	11.5 gr.
4.	Cassiopea polypoid. (in 50 cbc. Wasser)	Rothes Meer bei Massaua	12 h. 47 N. (13. Jan.)	24 gr.	8 h. 40 V. (14. Jan.)	15 gr.		
5.	Cassiopea polypoid. (in 50 cbc. Wasser)	„	1 h. 59 N. (18. Jan.)	19.7 gr.	5 h. 50 N.	16 gr.	7 h. 24 V. (19. Jan.)	11.3 gr.

Berechnung der Tabelle C.

1.	Z.			7.5		22.5	4.	Z.					19.8
	G.			14.5		25.5		G.					9.
	P.			23.5		41.4		P.					37.4
2.	Z.			7.4		22.4	5.	Z.	4	5.5			
	G.			31		56.5		G.	3.7	8.4			
	P.			23.7		43.1		P.	18.3	42.6			
3.	Z.	3.5			14.5								
	G.	2.5			5								
	P.	15.2			30.3								

D. Wirkung der Mittelsalze.

Versuche mit Kochsalz:

Nummer d. Versuches.	Species.	Fundort.	Angewendete Menge u. Procentgehalt der Lösung.	Beginn der Versuche.	Gewicht.	Zeit.	Gewicht.	Zeit.	Gewicht.	Zeit.	Gewicht.
1.	Rhizost. Cuvieri.	Étang de Berre	2.5 : 50	9 h. V. (24. Oct.)	10.5 gr.	12 h. 28 N.	8.8 gr.	5 h. 30 N.	7.7 gr.	9 h. V. (25. Oct.)	7.1 gr.
2.	„ „	„	10 : 100	9 h. V (24. Oct.)	12.5 gr.	12 h. 27 N.	10.5 gr.	5 h. 9 N.	9.7 gr.	9 h. 10 V. (25. Oct.)	9.3 gr.
3.	„ „	„	20 : 100	9 h. V. (24. Oct.)	14.7 gr.	12 h. 25 N.	12.5 gr.	5 h. 9 N.	11.8 gr.	9 h. 10 V. (25. Oct.)	11.1 gr.
4.	„ „	„	50 gr. feinpulverisirtes Kochsalz in Substanz	10 h. 47 V. (24. Oct.)	18.5 gr.	12 h. 30 N.	9.0 gr.	2 h. N.	9.0 gr.		

Versuch mit Glaubersalz:

5.	Rhizost. Cuvieri.	Étang de Berre	50 gr. feinpulverisirtes Salz in Substanz	12 h. 41 N. (24. Oct.)	13.5 gr.	1 h. 53 N.	6.8 gr.	5 h. 35 N.	5.6 gr.	9 h. V. (25. Oct.)	4.8 gr.

Versuche mit Bittersalz:

Nummer d. Versuches.	Species.	Fundort.	Angewendete Menge und Procentgehalt der Lösung.	Beginn der Versuche.	Gewicht.	Zeit.	Gewicht.	Zeit.	Gewicht.
6.	Rhizost. Cuvieri	Étang de Berre	2.5 : 50	12 h. 37 N. (24. Oct.)	12.5 gr.	5 h. 27 N.	10.5 gr.	9 h. V. (25. Oct.)	7.1 gr.
7.	„ „	„	5 : 50	12 h. 34 N. (24. Oct.)	19.7 gr.	5 h. 25 N.	16.5 gr.	9 h. V. (25. Oct.)	13.8 gr.
8.	„ „	„	10 : 50	12 h. 32 N. (24. Oct.)	17.8 gr.	5 h. 24 N.	11.5 gr.	9 h. V. (25. Oct.)	9.1 gr.
9.	„ „	„	50 gr. fein gepulv. Salz in Substanz	12 h. 32 N. (24. Oct.)	17.5 gr.	1 h. 54 N.	8.2 gr.	2 h. 3 N.	7.7 gr.
10.	„ „	„	5 : 50	12 h. 54 N. (25. Oct.)	11.2 gr.	4 h. 21 N.	8.7 gr.	6 h. 11 N.	8.2 gr.
11.	„ „	„	10 : 50	12 h. 53 N. (25. Oct.)	11.7 gr.	4 h. 20 N.	8.8 gr.	6 h. 12 N.	8.2 gr.
12.	Cassiopea polypoid.	Rothes Meer bei Massaua	3 : 50	1 h. 50 N. (19. Jan.)	20.2 gr.	5 h. 52 N.	17.2 gr.	7 h. 25 V. (20. Jan.)	12.5 gr.
13.	„ „	„	5 : 50	1 h. 52 N. (19. Jan.)	19.8 gr.	5 h. 54 N.	16.0 gr.	7 h. 26 V. (20. Jan.)	11.8 gr.
14.	„ „	„	10 : 50	1 h. 55 N. (19. Jan.)	25.7 gr.	5 h. 56 N.	21 gr.	7 h. 28 V. (20. Jan.)	14.3 gr.
15.	„ „	„	50 gr. feinpulvers. Salz in Substanz	2 h. N. (19. Jan.)	23 gr.	4 h. 52 N.	7.7 gr.	7 h. 16 V. (20. Jan.)	3.8 gr.
16.	„ „	„	10 : 50	1 h. 16 N. (20. Jan.)	18.5 gr.	8 h. 40 N. (21. Jan.)	8.5 gr.		
17.	„ „	„	50 gr. feinpulvers. Salz in Substanz	1 h. 8 N. (20. Jan.)	29.5 gr.	8 h. 30 V. (21. Jan.)	6.3 gr.		

Berechnung der Tabelle D.

1.	Z.			3.4		8.5	24	10.	Z.			3.4	5.3		
	G.			1.7		2.8	3.4		G.			2.5	3.0		
	P.			16.2		26.7	32.4		P.			22.3	26.8		
2.	Z.			3.4		8.15	24.16	11.	Z.			3.4	5.3		
	G.			2		2.8	3.2		G.			2.9	3.5		
	P.			16		22.4	25.6		P.			24.8	30		
3.	Z.			3.4		8.15	24.16	12.	Z.			4	5.5		
	G.			2.2		2.9	3.6		G.			3.0	7.7		
	P.			15		20	24.5		P.			14.8	38.1		
4.	Z.		1.7	3.2				13.	Z.			4	5.5		
	G.		9.5	9.5					G.			3.8	8		
	P.		51.3	51.3					P.			19.1	40.4		
5.	Z.	1.2			5		20.3	14.	Z.			4	5.5		
	G.	6.7			7.9		8.7		G.			4.7	11.4		
	P.	50			58.5		64.4		P.			18.3	44.4		
6.	Z.				4.84		20.3	15.	Z.			2.9	5.25		
	G.				2		5.4		G.			15.3	19.2		
	P.				8.0		43.2		P.			66.5	83.5		
7.	Z.				4.84		20.4	16.	Z.						31.4
	G.				3.2		5.9		G.						10.0
	P.				16		30		P.						54
8.	Z.				4.84		20.4	17.	Z.						31.4
	G.				6.3		8.7		G.						23.2
	P.				35.4		40.9		P.						78.7
9.	Z.	1.36	1.5												
	G.	9.3	9.8												
	P.	53.2	55.9												

E. Wirkung der schweren Metallsalze.

Versuche mit Quecksilberchlorid:

Nummer d. Versuches	Procentgehalt der Lösung.	Beginn des Versuches.	Gewicht.	Beobachtungszeit.	Gewicht.	Zeit.	Gewicht.
1.	0.5 : 100 dest. Wasser	12 h. 46 N. (19. Oct.)	18.5 gr.	4 h. 9 N.	16.1 gr.	6 h. 6 N.	14.9 gr.
2.	1 : 50 dest. Wasser	12 h. 47 N. (19. Oct.)	17.7 gr.	4 h. 8 N.	15.2 gr.	6 h. 5 N.	15 gr.

Versuche mit Kupfervitriol:

Nummer d. Versuches.	Procentgehalt der Lösung.	Beginn der Versuche.	Gewicht.	Beobachtungszeit.	Gewicht.	Zeit.	Gewicht.
3.	0.5 : 100 dest. Wasser	12 h. 57 N. (19. Oct.)	17.2 gr.	4 h. 30 N.	15.3 gr.	6 h. N.	14.8 gr.
4.	1 : 50 dest. Wasser	12 h. 52 N. (19. Oct.)	17.2 gr.	4 h. 31 N.	15 gr.	6 h. 2 N.	14.6 gr.
5.	1 : 50 dest. Wasser	2 h. 43 N. (21. Oct.)	45 gr.	8 h. 46 N.	36.5 gr.		

Berechnung der Tabelle E.

1.	Z.	3.4	5.3	4.	Z.	3.6	5.2
	G.	2.4	3.6		G.	2.2	2.6
	P.	13.0	19.5		P.	12.8	15.1
2.	Z.	3.4	5.3	5.	Z.		6
	G.	2.5	2.7		G.		8.5
	P.	14.1	15.2		P.		18.9
3.	Z.	3.5	5				
	G.	1.9	2.4				
	P.	11.0	14.0				

F. Wirkung von Säuren und Alkalien.

Versuche mit Essigsäure:

Nummer d. Versuches	Procentgehalt der Lösung.	Beginn der Versuche.	Gewicht.	Beobachtungszeit.	Gewicht.	Zeit.	Gewicht.	Zeit.	Gewicht.
1.	2 gr. : 200 frischem Meerwasser	10h. 35 V. (26. Oct.)	19.8 gr.	12h. 21 N.	15 gr.	3h. 17 N.	4.9 gr.		
2.	3 gr. : 100 frischem Meerwasser	10h. 39 V. (26. Oct.)	22.2 gr.	12h. 22 N.	17.3 gr.	3h. 16 N.	7.7 gr.		

Versuch mit Cholalsäure:

3.	3 gr. gelöst in 75 cbc. rectificirt. Alkohol	12h. 44 N. (26. Oct.)	21.5 gr.	3 h. 37 N.	13.7 gr.	9h. 57 N.	11.1 gr.	9h. 25 V. (27. Oct.)	9.7 gr.

Versuch mit Natronlauge:

4.	2 gr. der offic. Lauge : 100 dest. Wasser	4 h. 3 N. (21. Oct.)	17.2 gr.	4 h. 50 N.	15 8 gr.	9h. 59 N.	15.0 gr.	8h. 56 V. (22. Oct.)	14.5 gr.

Berechnung der Tabelle F.

1.	Z.	1.8	4.6				3.	Z.	2.9		9.2		20.7
	G.	4.8	14.9					G.	7.8		10.4		11.8
	P.	24.2	75.3					P.	36.3		48.4		54.9
2.	Z.	1.7	4.6				4.	Z.	0.8	5.9		16.9	
	G.	4.9	14.5					G.	1.4	2.2		2.7	
	P.	22.1	65·3					P.	8.1	12.8		15.7	

G. Wirkung der Anaesthetika.

Versuche mit chloroformirtem Meerwasser:

Nummer d. Versuches.	Beginn der Versuche.	Gewicht.	Zeit der Beobachtung.	Gewicht.	Zeit.	Gewicht.	Zeit.	Gewicht.
1.	12 h. M. (18. Oct.)	94 gr.	5 h. N.	89 gr.	8 h. 15 V. (19. Oct.)	84 gr.		
2.	10 h. 8 V. (19. Oct.)	14.8gr.	12 h. 24 N.	12.6gr.	3 h. 30 N.	11 gr.		
3.	3 h. 59 N. (19. Oct.)	18.5gr.	9 h. 36 N.	14.8gr.	8 h. 56 V. (20. Oct.)	9.9 gr.		

Versuche mit rectificirtem Alkohol:

4.	10 h. 44 V. (19. Oct.)	18.8gr.	12 h. 19 N.	12.9gr.	3 h. 25 N.	10.2gr.		
5.	10 h. 47 V. (19. Oct.)	15.5gr.	12 h. 18 N.	9.8 gr.	3 h. 24 N.	6.5 gr.	9 h. 10 V. (20. Oct.)	4.5 gr.
6.	1 h. 48 N. (19. Oct.)	100 gr.	7 h. 10 N.	60.5gr.				

Berechnung der Tabelle G.

1.	Z.		5			20.25	4.	Z.	1.5	4.6			
	G.		5			10		G.	5.9	8.6			
	P.		5.3			10.6		P.	31.4	45.7			
2.	Z.	2.25	5.4				5.	Z.	1.5	4.6	10.4		
	G.	2.2	3.8					G.	5.7	9	11		
	P.	15	25.7					P.	36.8	58.1	71		
3.	Z.		5.6		17		6.	Z.		5.4			
	G.		3.7		8.6			G.		39.5			
	P.		20.0		40.7			P.		39.5			

H. Wirkung protoplasmatischer Gifte.

Versuch mit salzsaurem Chinin:

Nummer d. Versuches.	Angewendete Menge resp. Procentgehalt der Lösung.	Beginn der Versuche.	Gewicht.	Beobachtungszeit.	Gewicht.	Zeit.	Gewicht.
1.	0.5 gr. : 50 frischem Meerwasser	11 h. 35 V. (17. Oct.)	17 gr.	5 h. N.	11 gr.	9 h. N.	7.7 gr.

Versuch mit Kampher:

2.	Mit ca. 20 gr. Kampherpulver bestreut.	10 h. 17 V. (17. Oct.)	21.8 gr.	12 h. 7 N.	11.8 gr.	3 h. 14 N.	8.8 gr.

Berechnung der Tabelle H.

1.	Z.	5.6	9.5	2.	Z.	1.8	5
	G.	6	9.3		G.	10	13
	P.	35.3	54.7		P.	45.9	59.6

I. Wirkungen einiger Gangliengifte.

Versuche mit salzsaurem Morphin:

Nummer d. Versuches	Procentgehalt der Lösung.	Beginn des Versuches.	Gewicht.	Beobachtungszeit.	Gewicht.	Zeit.	Gewicht.	Zeit.	Gewicht.
1.	0.5: 50 dest. Wasser	9 h. 55 V. (15. Oct.)	18 gr.	12 h. 14 N.	15.8 gr.	3 h. 4 N.	14.5 gr.		
2.	„ „	3 h. 34 N. (16. Oct.)	21.8 gr.	9 h. 48 N.	16.2 gr.	9 h. 35 V. (17. Oct.)	14.8 gr.		

Versuche mit salpetersaurem Strychnin:

3.	0.4: 40 dest. Wasser.	9 h. 54 V. (15. Oct.)	13.5 gr.	12 h. 14 N.	11.5 gr.	3 h. 6 N.	10.2 gr.		
4.	„ „	3 h. 56 N. (16. Oct.)	16.7 gr.	9 h. 49 N.	14.2 gr.	9 h. 40 V. (17. Oct.)	11.5 gr.		

Versuche mit Coffeïn:

5.	375 cbc. dest. Wasser mit Coffeïn kalt gesättigt.	7 h. 40 N. (17. Oct.)	57 gr.	10 h. 37 V. (18. Oct.)	44 gr.	5 h. 54 N.	41.8 gr.	9 h. 35 V. (19. Oct.)	39.7 gr.
6.	„ „	7 h. 42 N. (17. Oct.)	19 gr.	10 h. 37 V. (18. Oct.)	10.5 gr.	5 h. 53 N.	9.8 gr.	9 h. 40 V. (19. Oct.)	8.3 gr.

Versuche mit Nicotin:

Nummer d. Versuches.	Procentgehalt der Lösung.	Beginn des Versuches.	Gewicht.	Beobachtungszeit.	Gewicht.	Zeit.	Gewicht.	Zeit.	Gewicht.
7.	3 gr.: 200 frischem Meerwasser	11 h. V. (14. Oct.)	111 gr.	5 h. N.	96 gr.	8 h. 15 V. (15. Oct.)	80.5 gr.		
8.	2 gr.: 50 frischem Meerwasser	5 h. 32 N. (14. Oct.)	12.5 gr.	9 h. N.	9.5 gr.	8 h. 20 V. (15. Oct.)	6 gr.		
9.	10 Tropfen: 50 cbc. dest. Wasser	10 h. 1 V. (18. Oct.)	10.5 gr.	12 h. 17 N.	8.7 gr.	3 h. 2 N.	8 gr.		
10.	„ „	3 h. 58 N. (19. Oct.)	23.5 gr.	9 h. 46 N.	21.1 gr.	9 h. 37 V. (20 Oct.)	18.5 gr.		
	Versuche mit schwefelsaurem Atropin:								
11.	0.5 : 50 Meerwasser	12 h. M. (14. Oct.)	11 gr.	5 h. 2 N.	5.0 gr.	9 h. N.	4.5 gr.		
12.	„ „	9 h. 59 V. (18. Oct.)	12.5 gr.	12 h. 12 N.	10.3 gr.	3 h. 8 N.	10.2 gr.		
13.	„ „	4 h. N. (19. Oct.)	15.1 gr.	9 h. 45 N.	13.5 gr.	9 h. 47 V. (20. Oct.)	11.7 gr.		
	Versuche mit Veratrin:								
14.	0.32 gr. : 40 dest. Wasser	12 h. 50 N. (19. Oct.)	10.1 gr.	4 h. 16 N.	7.7 gr.	6 h. 16 N.	6.8 gr.		
15.	0.5 gr. : 50 frischem Meerwasser	11 h. 35 V. (14. Oct.)	17 gr.	5 h. N.	11 gr.	9 h. N.	7.7 gr.		
16.	0.5 : 50 frischem Meerwasser	12 h. M. (14. Oct.)	20 gr.	5 h. N.	16 gr.	9 h. N.	13 gr.		
	Versuch mit *Merck*'schem Digitalin:								
17.	0.5 gr. : 50 dest. Wasser	12 h. 49 N. (19. Oct.)	12.2 gr.	4 h. 17 N.	10.8 gr.	6 h. 7 N.	9.4 gr.		
	Versuche mit Helleboreïn:								
18.	0.5 : 50 dest. Wasser.	9 h. 57 V. (15. Oct.)	9 gr.	12 h. 11 N.	8.7 gr.	3 h. 10 N.	7.8 gr.		
19.	„ „	3 h. 54 N. (16. Oct.)	22.2 gr.	9 h. 56 N.	17.3 gr.	9 h. 42 V. (17. Oct.)	14.5 gr.		

Berechnung der Tabelle I.

1.	Z.	2.3		5.2					11.	Z.			5	9				
	G.	2.2		3.5						G.			6	6.5				
	P.	12.2		19.4						P.			54.5	59.1				
2.	Z.			6.2			18		12.	Z.	2.2		5.15					
	G.			5.6			7			G.	2.2		2.3					
	P.			25.7			32.1			P.	17.8		18.4					
3.	Z.	2.3		5.2					13.	Z.			5.75				17.8	
	G.	2.		3.3						G.			1.6				3.4	
	P.	14.8		24.7						P.			10.6				22.5	
4.	Z.			6.2			18		14.	Z.		4.4	6.4					
	G.			2.5			5.2			G.		2.4	3.3					
	P.			15			31.2			P.		23.8	32.7					
5.	Z.				15		22.2	40	15.	Z.			5.5	9.5				
	G.				13		15.2	17.3		G.			6	9.3				
	P.				22.8		26.7	30.4		P.			35.3	54.7				
6.	Z.				15		22.2	40	16.	Z.			5	9				
	G.				8.5		9.2	10.7		G.			4	7				
	P.				44.8		48.4	56.3		P.			20	35				
7.	Z.			6			21.25		17.	Z.	3.5		6.3					
	G.			15			30.5			G.	1.4		2.8					
	P.			13.5			26.6			P.	11.8		23					
8.	Z.	3.5			14.8				18.	Z.	2.2		5.2					
	G.	3			6.5					G.	0.3		1.2					
	P.	24			52					P.	3.3		13.3					
9.	Z.	2.5		5					19.	Z.			5				16.8	
	G.	1.8		2.5						G.			4.9				7.7	
	P.	17.1		23.8						P.			22.1				34.7	
10.	Z.			5.8			17.6											
	G.			2.4			5											
	P.			10.2			21.3											

K. Wirkung der sog. Abführmittel.

Versuche mit Tinctura Aloës:

Nummer d. Versuches.	Mischungsverhältniß.	Beginn der Versuche.	Gewicht.	Beobachtungszeit.	Gewicht.	Zeit.	Gewicht.	Zeit.	Gewicht.
1.	10 cbc. Tinctur: 150 cbc. frischem Meerwasser	6 h. 35 N. (17. Oct.)	79.0gr.	8h. 15V. (18. Oct.)	61.0gr.				
2.	„ „	6 h. 45 N. (17. Oct.)	12 gr.	9 h. N.	11.5gr.	8h. 20V. (18. Oct.	9.5 gr.		
3.	10 cbc. Tinctur: 50 cbc. frischem Meerwasser	12h. 48 N. (19. Oct.)	18 gr.	4 h. 34N.	14.5gr.	6h. 14N.	13.8gr.		
4.	„ „	10 h. 6 V. (20. Oct.)	19.8gr.	2h. 48N.	17.2gr.	8 h. 52N.	14.5gr.	10 h. V. (21. Oct.)	12.7gr.

Versuch mit Tinctura Jalappae:

5.	20 cbc. Tinctur: 120 cbc. frischem Meerwasser	7 h. 35 N. (17 Oct.)	19.5gr.	10 h. V. (18. Oct.)	11.8gr.				

Versuche mit Tinctura Colocynthidis:

6.	10 cbc. Tinctur: 50 cbc. destill. Wasser	12h. 55N. (20. Oct.)	17.2gr.	4h. 12N.	13.5gr.	6h. 17N.	12.6gr.		
7.	„ „	10 h. 7 V. (21. Oct.)	18.8gr.	2h. 49N.	13.8gr.	8h. 51N.	11.8gr.	9h. 59 V. (22. Oct.)	10.2gr.

Berechnung der Tabelle K.

1.	Z.			13.8		5.	Z.			14.5	
	G.			18.0			G.			7.7	
	P.			22.8			P.			39.5	
2.	Z.	2.25		13.8		6.	Z.	3.25	5.8		
	G.	0.5		2.5			G.	3.7	4.6		
	P.	4.2		20.8			P.	21.5	26.7		
3.	Z.	3.75	5.5			7.	Z.		4.7	10.7	23.8
	G.	3.5	4.2				G.		5	7	8.6
	P.	19.4	23.3				P.		26.6	37.2	45.7
4.	Z.		4.7	10.75	23						
	G.		2.6	5.3	7.1						
	P.		13.1	27	35.9						

L. Wirkung von fetten Oelen.

Versuche mit Ricinusöl:

Nummer d. Versuches.	Beginn der Versuche.	Gewicht.	Zeit der Beobachtung.	Gewicht.	Zeit.	Gewicht.	Zeit.	Gewicht.	Zeit.	Gewicht.
1.	6h. 5 N. (16. Oct.)	14.5gr.	8 h. V. (17. Oct.)	7.5 gr.	2h. 12 N.	6.5 gr.	10h. 25 N. (18. Oct.)	5.3gr.		
2.	12h. 45 N. (18. Oct.)	21.7gr.	4h. 11 N.	15.5gr.	6h. 25 N.	13.8gr.				
3.	10h. 5 V. (18. Oct.)	23.6gr.	2h. 47 N.	13.1gr.	8h. 53 N. (19. Oct.)	11.3gr.	9h. 55 V. (20. Oct.)	9.4gr.		

Versuche mit Olivenöl:

4.	10 h. 6 V. (18. Oct.)	17.5gr.	12 h. 26 N.	14.3gr.	3h. 45 N.	12.8gr.	9 h. 34 N.	10.9gr.	9h. 2 V. (19. Oct.)	9.8gr.
5.	9 h. 3 N. (20. Oct.)	23.8gr.	8h. 36 V. (21. Oct.)	15.2gr.						

Berechnung der Tabelle L.

1.	Z.			14	20.1	40.3	4.	Z.	2.3	5.6	11.5	23
	G.			7	8	9.2		G.	3.2	4.7	6.6	7.7
	P.			48.3	55.1	63.5		P.	18.3	26.8	37.7	44
2.	Z.	3.4	4.6				5.	Z.			11.5	
	G.	6.2	7.9					G.			8.6	
	P.	28.5	36.4					P.			37.1	
3.	Z.		4.5		22.5	47.5						
	G.		10.5		12.3	14.2						
	P.		44.5		52.1	60.3						

Bevor wir zu der Analyse der Ergebnisse übergehen, sei noch der Vollständigkeit halber eine Zusammenstellung der durch die Zusatzmittel hervorgerufenen, äußerlich wahrnehmbaren Veränderungen an der Medusengallerte eingeflochten.

Aeusserlich sich documentirende Veränderung.	Angewendetes Agens.
Durchsichtigkeit und Festigkeit die normale.	1% Morphin. Kampherpulver. Lufteinwirkung.
Schwach milchig getrübt, Festigkeit die normale.	0.5% Strychnin. 1% Atropin. 1% Helleborein. Olivenöl.
Milchig getrübt, Festigkeit die normale.	10 Tropfen Nicotin : 50. 2% Natronlauge.
Durchsichtigkeit wenig geschwächt, Festigkeit bedeutender als normal.	Chloroform.
Gewöhnlich milchig getrübt, Festigkeit vermindert.	Rectificirter Alkohol. Alkohol. Cholalsäurelösung.
Völlig in zähen Schleim zerflossen.	1 und 3% Essigsäure.
Nach dem Einlegen in Bittersalzpulver blieben in allen Versuchsfällen weiche, mehr (Helleborein) oder weniger (Morphin) opak gewordene Häute zurück.	

Die in den Tabellen A—L niedergelegten Versuchsprotocolle[1]) berechtigen uns, folgende Schlußfolgerungen zu ziehen:

1. Der Substanzverlust gestaltet sich in gleichen Zeitinter-

[1]) Wer sich die Mühe nicht verdriessen lassen wird, die Daten auf den Tabellen, wie ich gethan, in Curven darzustellen, indem er die Versuchsdauer, in Stunden ausgedrückt, auf der Abscisse, die Gewichtsabnahme in Grammen auf der Ordinatenaxe einträgt, wird auch selbst bei den Versuchsresultaten, welche, oberflächlich betrachtet, sehr auseinanderzugehen scheinen, die Ueberzeugung gewinnen, dass die Ergebnisse der unter sich vergleichbaren Versuchsreihen nur zu Anfang (und selbst dann nicht ohne eine gewisse Uebereinstimmung darzubieten) divergiren, in der Fortsetzung des Versuchs aber einen gleichgerichteten Verlauf annehmen. Nur die aus letzterem Umstande einer technischen Ausführung erwachsenden Schwierigkeiten bewogen mich, von meinem Vorhaben, die Curventafeln hier reproduciren zu lassen, Abstand zu nehmen.

vallen weitaus bedeutender, wenn die Gallerte trocken, als wenn sie in Meer- oder in destillirtem Wasser aufbewahrt wird[1]).

Diese Erscheinung ist nicht die Folge eines einfachen Eintrocknens durch die Luft, nicht die Folge einer erheblicheren Verminderung des normalen Seitendrucks, sondern bei der Berührung der Stücke mit der Atmosphäre findet die gesammte Machtentfaltung eines ganz eigenartigen Processes unbeschränkten Spielraum. Die Natur dieses Vorganges bleibt uns vorläufig räthselhaft, am Schlusse unserer Arbeit werden wir bereits mehr darüber zu sagen wissen. Nur darauf sei schon jetzt hingewiesen, daß ein ähnlicher rapide verlaufender Substanzverlust wie bei Berührung mit der Luft auch beim Einlegen der Stücke der Gallertscheibe in fettes Oel erfolgt und daß die Schnelligkeit der Verflüssigung der Gallerte beim Liegen an der Luft wesentlich bedingt wird durch die Structur des Gewebes selbst. So erklärt es sich allein, daß unter den nämlichen äußeren Bedingungen bei der einen Species der Substanzverlust hinter dem einer anderen bedeutend zurückbleibt, ja daß sich eine solche Differenz auch bei Repräsentanten ein und derselben Art verschiedener Vorkommnisse zu erkennen gibt. Es würde sehr verkehrt sein, diese Verschiedenheiten durch einen größeren oder geringeren Salzgehalt des Gallertsaftes erklären zu wollen. Hier handelt es sich um keinen Diffusionsvorgang, und ebensowenig hat in diesem Falle der Salzgehalt des Gallertsaftes irgend einen Einfluß auf den rascheren oder langsameren Verlauf der Flüssigkeitsabgabe; ausschließlich texturelle Differenzen bedingen den Letzteren, und

[1]) Mit Meer- oder süssem Wasser langsam zum Sieden erhitzt, verlieren die Medusen in noch weit kürzerer Frist eine viel grössere Flüssigkeitsmenge als beim Trockenliegen an der Luft. Bei einem Versuche dieser Art, den ich an einem Randstücke der Rhizostoma Cuvieri in Martigues ausführte, und bei dem die Wägung sofort vorgenommen wurde, als das Meerwasser zum Kochen gekommen war, hatte sich das Gewicht von 125 gr. auf 10 gr. verringert.

dasselbe Bild wie bei den Medusen kehrt auch bei der Gallerte der zusammengesetzten Ascidien[1]) wieder.

2. Die Wassermasse, welche in den ersten Stunden die trocken der Luft exponirten Medusenstücke verläßt, ist bedeutender als später; während die Curve bei Versuchen an verschiedenen Medusenformen anfangs recht ungleich ausfallen kann, legt dieselbe in den späteren Stadien bei allen Versuchen annähernd einen gleichen Weg zurück.

3. Der Substanzverlust ist in destillirtem Wasser größer als in Meerwasser, und diese Differenz prägt sich in den ersten Stunden der Einwirkung schärfer aus als später.

4. Indem sich die Wirkung des reinen Wassers zunehmend abschwächt, verringert sich bei Anwendung von Chlornatrium der Substanzverlust successive, wenn man von 5 bis 20% aufwärts geht, steigert sich aber wieder erheblich, wenn man Kochsalz in Substanz anwendet.

5. In Bittersalzlösungen steigt dagegen ausnahmslos schon bei Anwendung von 5 bis 20% der Substanzverlust entsprechend dem zunehmenden Salzgehalte.

6. Beim Bestreuen mit den Mittelsalzen ist der Effect bei Anwendung von Chlornatrium und Natriumsulfat unterschiedslos, bei Anwendung von Magnesiumsulfat etwas stärker. Der Substanzverlust ist bei diesen Versuchen nach den ersten Stunden weit größer, als wenn die Gallerte einfach trocken liegen bleibt.

---

[1]) Für die Auffassung, dass der beschleunigte oder verlangsamte Eintritt der Flüssigkeitsabgabe lediglich in dem Bau der Gewebe begründet liegt, liefern die beiden früher erwähnten Ascidienspecies, Polycyclus Renieri und Amaroucium conicum, ein schlagendes Beispiel. Bei dem locker gefügten Polycyclus quillt an der Schnittfläche die Hydrolymphe sogleich in zahlreichen Tropfen hervor, während Stücke des fester struirten Amaroucium stets viel längere Zeit liegen müssen, um ein jenem annähernd gleiches Flüssigkeitsquantum zu liefern. So ist es wenigstens bei den Triester Formen, ob die anderer Vorkommnisse davon abweichen, weiss ich nicht.

7. Ohne ersichtlichen Einfluß bei einer Verstärkung von 0.5 bis 2.0 % wird der Substanzverlust bei Zusatz von Schwermetallsalzen (Quecksilberchlorid, Kupfervitriol) zu destillirtem Wasser deutlich unter das gewöhnliche Maaß herabgedrückt.

8. In Meerwasser, welches mit Essigsäure angesäuert wurde, steigt der Substanzverlust und zwar in 1 %igen Lösungen etwas stärker als in 3 %igen, während derselbe durch Natronlauge bemerkenswerth verringert wird.

9. In rectificirtem Alkohol gestaltet sich der Substanzverlust beträchtlicher, als wenn die Stücke trocken liegen bleiben. Dieser Unterschied tritt bei Ausdehnung der Versuche über mehrere Stunden hinaus immer schlagender hervor. Durch Cholalsäurezusatz wird der Substanzverlust in alkoholischen Flüssigkeiten eher vermindert als vermehrt.

10. Bei Zusatz von 1 % salzsaurem Chinin zum Meerwasser wird der Substanzverlust bedeutend gesteigert; derselbe bleibt unter dem, welcher beim Bestreuen mit den Mittelsalzen beobachtet wird, übersteigt aber den beim Liegen der Stücke im Trockenen.

11. Bestreuen mit Kampherpulver übt annähernd den gleichen Effect aus als das Bestreuen mit den Mittelsalzen.

12. Während bei Veratrin (destillirtem oder Meerwasser zugesetzt) eine Steigerung des Substanzverlustes deutlich wird, sind durch Zusatz von salzsaurem Morphin, salpetersaurem Strychnin, Digitalin, Helleboreïn zu destillirtem Wasser oder von Coffeïn, Nicotin, schwefelsaurem Atropin zu Meerwasser keine sichere und auffällige Wirkungen zu erzielen.

13. Ohne prägnanten Einfluß bleiben auch die abführend wirkenden alkoholischen Tincturen (Tinct. aloës, jalappae und colocynthidis); die dabei zu beobachtende geringe Steigerung des Substanzverlustes kann sehr wohl nur durch den gleichzeitigen Alkoholzusatz verursacht sein.

14. Die Aufbewahrung der Gallertstücke in fetten Oelen hat einen verhältnißmäßig sehr beträchtlichen Substanzverlust zur Folge, welcher bei Anwendung von Ricinusöl noch bedeutender ausfällt als bei Anwendung von Olivenöl.

15. Zu welchem Mittel auch gegriffen wurde, niemals gelang es, die einmal ausgetretene Flüssigkeit künstlich wieder in das Wassergewebe hineinzupumpen! Bei keinem einzigen Versuche trat eine Gewichtsvergrößerung der Stücke ein, sondern ausnahmslos eine Gewichtsabnahme; mochten destillirtes Wasser oder concentrirte Salzlösungen, die Anästhetika oder die Nervengifte auf die Medusen einwirken, mochte an prallen lebensfrischen Stücken oder an dem durch das Bittersalz zu weichen undurchsichtigen Häuten geschrumpften Gewebe operirt werden, das Resultat war allemal ein gleichsinniges. Lassen wir dieses Ergebniß nie außer Acht; es lehrt zu klar, daß beim Flüssigkeitsdurchtritt durch das Gallertgewebe von reinen Diffusionsvorgängen gar keine Rede sein kann.

Die aufgezählten Versuche lassen uns noch im Ungewissen darüber, wieviel bei dem Substanzverluste auf Rechnung des austretenden Wassers und wieviel auf Rechnung der austretenden anorganischen Salze zu setzen ist. Um hierüber Gewißheit zu erlangen, wurden folgende Versuchsreihen ausgeführt.

M. Chlorgehalt von 5 Cbc. des auf verschiedene Weise erhaltenen Gewebssaftes aus der Medusengallerte.

Nummer des Versuches.	Fundort der Meduse.	Natur der Stoffe, bei deren Einwirkung der Saft aus der Gallertmasse austrat.	Nachweis der ausführlicheren Beschreibung des Versuches.	Größe des gesammten Flüssigkeitsquantums.	Das in der Flüssigkeitsgesammtmenge vorhandene Gewebssaftquantum.	Procentgehalt des gesammten Flüssigkeitsquantums an dem Gewebssafte.	Verbrauchte Zahl der Cbc. d. 1% Silberlösung.	Für den reinen Gewebssaft berechneter Chlorgehalt in Procenten.
1.	Schech Said bei Massaua	Reines Wasser aus dem Rothen Meere	B. 3	57.5 cbc.	7.7 cbc.	13.5	31.8	2.334 (Meerwasser = 2.1868)
2.	Taolud bei Massaua	„ „	B. 4	56 cbc.	6.3 cbc.	11.3	32	1.345 (Meerwasser = 2.272)
3.	„ „	Reines destillirtes Wasser	C. 4	59 cbc.	9 cbc.	15.3	10.6	4.93
4.	Schech Said bei Massaua	„ „	C. 5	58.2 cbc.	8.4 cbc.	14.4	8.4	4.13
5.	„ „	6%ige reine Bittersalzlösung.	D. 12	57.5 cbc.	7.7 cbc.	13.4	8.2	4.33
6.	„ „	10%ige „	D. 13	58 cbc.	.8 cbc.	13.8	8.2	4.34
7.	„ „	20%ige „	D. 14	61 cbc.	11.4 cbc.	18.7	8.5	3.229
8.	„ „	„ „	D. 16	60 cbc.	10 cbc.	16.7	8.6	3.666
9.	„ „	Bittersalz in Substanz	D. 17	23.2 cbc.	23.2 cbc.	100	21	1.491
10.	„ „	„ „	D. 15	15.3 cbc.	15.3 cbc.	100	18.2	1.292
11.	„ „	„ „	D. 15	3.9 cbc.	3.9 cbc.	100	22.2 (berechnet für 5 cbc.)	1.596
12.	Étang de Berre	Reines destillirtes Wasser	C. 2 (doch nach länger fortgesetztem Versuche)	420 cbc.	ca. 80 cbc.	ca. 19.3	6	2.216
13.	„ „	20%ige Bittersalzlösung	D. 8	58.5 cbc.	8.7 cbc.	14.9	7.5	3.574
14.	„ „	Mit Nicotin versetztes dest. Wasser	—	45 cbc.	7.0 cbc.	15.5	8.8	4.016
15.	„ „	Mit Strychninnitrat versetztes dest. Wasser	—	30 cbc.	7.5 cbc.	25.0	12.4	3.522
16.	„ „	Mit Atropinsulfat versetztes dest. Wasser	—	45 cbc.	5.7 cbc.	12.7	8.5	4.766
17.	„ „	Mit Coffeïn versetztes dest. Wasser	I. 5 + 6	375 cbc.	28 cbc.	7.5	5.6	5.33
18.	„ „	Mit Helleboreïn versetztes dest. Wasser	—	56 cbc.	8.9 cbc.	15.9	8.5	3.798
19.	„ „	2%ige reine Kupfersulfatlösung	—	105 cbc.	8.5 cbc.	8.1	5.5	4.823
20.	„ „	Olivenöl	L. 4	7.7 cbc.	7.7 cbc.	100	17	1.207
21.	„ „	Ricinusöl	L. 2	7.9 cbc.	7.9 cbc.	100	14.2	1.008

Aus diesen Versuchen ziehen wir folgende Schlüsse:

1. Aus Versuch 1 der Tabelle M ersehen wir, daß bei Aufbewahrung der Gallertstücke in ihrem normalen Meerwasser eine wesentlich salzreichere Flüssigkeit, als das Meerwasser an sich darstellt, den Medusenkörper verlassen kann. Bei Vergleich der Versuche 1 und 2 wird es weiterhin wahrscheinlich, daß relativ unbedeutende Schwankungen im Salzgehalte der normalen Umgebung das Resultat stark beeinflussen helfen, indem nämlich bei nur geringer Zunahme des Meerwassers an Chloriden (entsprechend 0.1 % Chlor) die aus der Gallerte austretende Flüssigkeit bis zu 1 % ärmer an Chlor wird. Es scheint somit, daß sich bei Anwendung von Meerwasser, das einen geringeren Salzgehalt, speciell einen geringeren Gehalt an Chloriden aufweist als der intracellulare Gallertsaft die salzabsorbirende Kraft des destillirten Wassers, bei Anwendung von Meerwasser mit einem größeren Salzgehalt hingegen sich die wasserabsorbirende Kraft der Salze, deren Gewalt wir sogleich an reinen Bittersalzlösungen kennen lernen werden, Geltung verschafft.

Um jedoch bei den Versuchen 1 und 2 zu einem abschließenden Ergebnisse zu gelangen, waren, bedingt durch den hohen Salzgehalt des Meerwassers selbst, Multiplicationen der erhaltenen Resultate nöthig, welche deren Zuverlässigkeit außerordentlich beeinträchtigen. Muß demnach eine Vervielfältigung derartiger Versuchsreihen, vor allen Wiederholungen mit reinen Kochsalzlösungen, deren Procentgehalt an Chlor dem des Meerwassers der natürlichen Umgebung der Thiere entsprechend in engen Grenzen zu wechseln hat, dringend geboten erscheinen, so sind die bei den beiden Versuchen gefundenen Resultate doch zu abweichend, als daß sie auf Unzulänglichkeiten der Methode oder der Ausführung derselben bezogen werden könnten und berechtigen somit zweifellos dazu, die soeben entwickelte Anschauung als eine durch Versuchsergebnisse gestützte anzusehen.

2. Die Versuche 3, 4 und 12 demonstriren uns den mächtigen Salzverlust, welchen die Medusenstücke in destillirtem Wasser erleiden. Der Procentgehalt der austretenden Flüssigkeit an Salzen richtet sich in erster Linie selbstverständlich nach dem Salzgehalte des Gallertsaftes und ist in Folge dessen bei Formen aus weniger salzigen Wässern niedriger als bei solchen aus Meeren mit höherem Salzgehalte. Zugleich finden durch diese Versuche aber auch die in Tabelle B und C niedergelegten Ergebnisse ihre Erklärung; denn der bedeutende Gewichtsverlust, den die Medusenstücke in destillirtem Wasser gegenüber dem in Meerwasser aufweisen, ist durch nichts Anderes als durch eine stärkere Salzabgabe in dem destillirten Wasser verursacht.

3. Aus den zusammenhängenden Versuchsreihen 5 bis 11 wird die successive Salzverarmung der die Gallerte verlassenden Flüssigkeit, entsprechend dem zunehmenden Salzgehalte der Umgebung, ersichtlich. Diese Salzabnahme erklärt sich einfach dadurch, daß die Mittelsalze, einerlei ob sie Chlor enthalten oder nicht, ein starkes Attractionsvermögen für Wasser besitzen. Dieses äußert sich zwar noch nicht in 6 bis 10%igen Lösungen, wohl aber in 20%igen. Schon bei letzterem Concentrationsgrade ist die Flüssigkeitsentziehung eine so hervorragende, daß der Unterschied zwischen salzarmen und salzreichen Medusenformen in dem austretenden Gallertsafte gar nicht mehr hervortritt (vgl. Versuche 7, 8 und 13).

Unter den heutigen Medicinern sind viele in der Idee befangen, daß die Mittelsalze nur insofern als Abführmittel wirken, als sie das gleichzeitig mitaufgenommene Wasser im Darmcanale an sich halten und so dessen Uebertritt in die resorbirenden Organtheile verhindern. Eine wasserentziehende Kraft auf die Zellen der Darmschleimhaut wird dem Glaubersalze wie dem Bittersalze radical abgesprochen. Diese Vorstellungen befinden sich mit unseren Versuchen an den Medusen im schneidenden

Widerspruche! Ich will nicht behaupten, daß sich mehrerer Nebenumstände wegen, welche vorwiegend durch eine größere Abhängigkeit der secernirenden Darmepithelien vom Nervensysteme geschaffen sind, die Resultate bei den Säugethieren ebenso schlagend gestalten als bei den Medusen; doch das ist gewiß, daß, wenn ich bei diesen im Stande bin, durch Bittersalz über 80% Flüssigkeit den lebenden Geweben zu entziehen, auch der normale Wasserbestand in den Darmepithelien der höheren Thiere von einem solchen Agens nicht ganz unberührt gelassen bleibt. Gerade in solchen Fällen, wie bei der Darmsecretions- und der Darmresorptionsfrage, wo man am Hunde und Kaninchen ganz im Dunkeln manipulirt, ist ein Zurückgreifen auf einfachere Typen auch in der menschlichen Physiologie unablässig geboten, und wenn sich alsdann die Resultate so craß wie hier zu widersprechen scheinen, ist es eine ausgemachte Sache, daß die Vivisectionen an Warmblütern nur Widersinnigkeiten zur Folge hatten.

4. Die Versuche 10 und 11 wurden mit Proben des Gewebssaftes vorgenommen, welche unter der Einwirkung des Bittersalzpulvers zu verschiedenen Zeiten ein und dasselbe Medusenstück verlassen hatten. Die Probe für den Versuch 10 war nach 2.9 Stunden, die Probe für den Versuch 11 nach 5.25 Stunden aufgefangen. Aus der Abweichung im Chlorgehalte beider Proben, die mehr als 0.3% beträgt, schließen wir, daß das feste Bittersalz der Gallertmasse zuerst eine salzärmere, später aber eine salzreichere Flüssigkeit entzieht.

5. Die aus der Tabelle I zu ziehenden Schlüsse ließen uns im Ungewissen, ob die dort aufgeführten Alkaloide einen Einfluß auf den Flüssigkeitsstrom in der Medusengallerte besitzen oder nicht. Die Resultate der Versuche 14 bis 18 der Tabelle M beseitigen auch bezüglich dieses Punctes jede Ungewißheit. Wir wissen jetzt, daß sich der Salzgehalt des austretenden Saftes bei den mit Nicotin, Strychnin, Atropin und Coffeïn, ja selbst bei den mit

Helleborcïn vergifteten Stücken weit höher stellt als bei den Stücken, welche in reinem destillirten Wasser abgestorben sind. Diese Thatsache läßt uns annehmen, daß durch die angewendeten organischen Substanzen die lebenden Bestandtheile des Wassergewebes selbst eine tiefgreifende Veränderung erfahren, daß sie für Wasser weniger durchgängig werden. Daß nicht das Umgekehrte der Fall ist, daß die Gewebselemente nicht durchgängiger für die anorganischen Salze, speciell für die Chloride geworden sind, zeigen ja die Ergebnisse der Tabelle I. Am auffallendsten manifestirt sich die Einwirkung dieser Substanzen bei den Versuchen mit Coffeïn. Aehnlich dem Chloroform scheint dieser Stoff härtend auf das Wassergewebe zu wirken, denn nach diesen beiden Vergiftungsarten ändern sich die Gewebe der Gallerte analog denen des Hühnereierweißes nach dem Gefrieren, indem ein großer Theil des Wassers auspreßbar wird. Ich glaube nicht fehl zu gehen, wenn ich für die Veränderungen, welche durch Coffeïn wie durch Chloroform an der Gallertsubstanz hervorgerufen werden, eine directe Wirkung dieser Stoffe auf die lebenden Zellen des Wassergewebes annehme; ob es sich um eine solche aber auch bei der Wirkung des Nicotins, Strychnins, Atropins und Helleboreïns handelt, mag noch dahin gestellt bleiben. Hinsichtlich des ziemlich gleichartigen Effectes, welchen diese Alkaloide und das Helleborcïn auf den Salz- und Wasseraustritt äußern, wird eine indirecte, eine von Ganglien ausgehende Wirkung auf das Wassergewebe etwas unwahrscheinlich, doch sind die bei den Versuchen angewendeten Substanzmengen andererseits wieder zu gering, als daß auf eine directe Alteration des Gallertgewebes, welches doch einen bindegewebigen Charakter besitzen muß, ohne Weiteres recurrirt werden könnte. Mag es sich hiermit nun aber auch verhalten, wie es will, jedenfalls ist der fragliche spontane Ganglieneinfluß bei der vitalen Flüssigkeitsabgabe in diesen Fällen so minimal, daß derselbe schon beim Einlegen der Stücke in eine

20%ige Bittersalzlösung durch die Salz und Wasser anziehende Kraft dieser vollständig überwunden wird und in Folge dessen nicht mehr nachweisbar bleibt. Wie sich bei Stücken, welche durch Nicotin, Strychnin, Atropin, Coffeïn, Chloroform etc. vergiftet sind, der Salz- und Wasseraustritt in Bittersalzlösungen von den angewendeten und diesen ähnlichen Concentrationsgraden gestaltet, hoffe ich demnächst eingehend untersuchen zu können; zur Zeit verfüge ich über Resultate nach dieser Richtung nicht.

6. Aus den Berechnungen der Tabelle E ergab sich, daß der Substanzverlust bei Zusatz von schweren Metallsalzen zu destillirtem Wasser deutlich unter das gewöhnliche Maaß vermindert wird; aus dem Versuche 19 der Tabelle M folgt weiterhin, daß die an eine 2%ige Kupfersulfatlösung abgegebene Flüssigkeit mehr als an 3% Chlor reicher ist als der von der trocken gehaltenen Meduse spontan abgegebene Gewebssaft. Wir dürfen hiernach die Wirkung der Schwermetallsalze in einer Behinderung des Wasseraustrittes suchen und erklären dieselbe durch ein directes Undurchdringlicherwerden der Membranen für das intracellulare Wasser.

7. Besonders überraschend kamen für mich die Thatsachen, welche sich herausstellten, als frische Medusenstücke in fette Oele gelegt wurden. Bei diesen Versuchen wurde eine Flüssigkeit abgegeben, welche sich bis über 0.6% ärmer an Chlor erwies als der Gewebssaft selbst. Die Oele hatten demnach genau das umgekehrte Resultat herbeigeführt als die Lösungen der Alkaloide und der Schwermetallsalze. Unter Mitberücksichtigung der auf Tabelle L verzeichneten Versuche schließen wir, daß in den fetten Oelen eine das normale Maaß übersteigende Wasserabgabe eintritt, während sich der normale Salzgehalt der austretenden Flüssigkeit dementsprechend vermindert. Ricinusöl steigert den Wasserdurchtritt noch mehr als Olivenöl, und die Frage, ob hier ein rein physikalisches Phänomen vorliegt, oder ob ein solches durch

eine chemische Reizung der Gewebe durch das Oel weiterhin complicirt ist, möchte ich schon aus diesem Grunde unentschieden lassen.

Im Laufe meiner Untersuchungen traten an mich immer mehr die Fragen zur Beantwortung heran, ob die gesammte Flüssigkeitsmenge in der Medusengallerte in ein und derselben Weise gebunden ist, oder ob vielleicht ein größerer oder kleinerer Theil derselben in der Gallerte sich in festerer Bindung befindet und deshalb derselben auch unmittelbar schwerer zu entziehen ist, oder ob sich endlich durch irgend ein Mittel eine derartige festere Bindung, falls sie von vornherein noch nicht existirt, erreichen läßt. Zu diesem Zwecke ließ ich pulverisirtes Bittersalz auf zuvor in der verschiedenartigsten Weise behandelte Gallertstücke einwirken. Die Versuche sind in Tabelle N zusammengestellt.

Auf Tabelle N kommt zu den uns bereits bekannten Abkürzungen noch eine neue hinzu, indem mit T die Versuchsdauer, die absolute und procentische Gewichtsabnahme der lebensfrischen Stücke bezeichnet ist, während die hinter Z, G und P angeführten Zahlen sich auf den Beginn des Versuches mit dem Bittersalze beziehen. T drückt somit den totalen Zeitablauf, die Totalabnahme des absoluten Gewichtes und den totalen Procentverlust an den Medusenstücken aus.

N. Der Einfluß von pulverisirtem Bittersalz auf das Gewicht zuvor anderweitig behandelter Stücke der Medusengallerte.

(Bei Versuch 21 diente Glaubersalz statt Bittersalz.)

Nummer des Versuches.	Nach Behandlung mit	Nachweis der genaueren Details über die an den Stücken vorausgegangenen Operationen.	Beginn der Versuche.	Gewicht der Stücke bei Beginn der Versuche.	Zeit der Beobachtung.	Gewicht.	Zeit.	Gewicht.	Zeit.	Gewicht.
1.	10% Bittersalzlösung	D. 10	6 h. 11 N. (25. Oct.)	8.2 gr.	7 h. 28 N.	2.4 gr.	9 h. 25 V. (26. Oct.)	1.3 gr.		
2.	20% Bittersalzlösung	D. 11	6 h. 12 N. (25. Oct.)	8.2 gr.	7 h. 32 N.	3.6 gr.	9 h. 25 V. (26. Oct.)	1.8 gr.		
3.	1/2% Quecksilberchloridlösung	E. 1	6 h. 5 N. (19. Oct.)	14.9 gr.	7 h. 25 N.	6.4 gr.	9 h. 16 V. (20. Oct.)	3.3 gr.		
4.	2% Quecksilberchloridlösung	E. 2	6 h. 6 N. (19. Oct.)	15 gr.	7 h. 25 N.	6.4 gr.	9 h. 19 V. (20. Oct.)	3.3 gr.		
5.	1/2% Kupfervitriollösung	E. 3	6 h. N. (19. Oct.)	14.8 gr.	7 h. 23 N.	6.8 gr.	9 h. 14 V. (20. Oct.)	3.7 gr.		
6.	2% Kupfervitriollösung	E. 4	6 h. 2 N. (19. Oct.)	14.6 gr.	7 h. 24 N.	6 gr.	9 h. 15 V. (20. Oct.)	3.3 gr.		
7.	2% Natronlauge	F. 4	8 h. 56 V. (22. Oct.)	14.5 gr.	11 h. 16 V.	5.2 gr.	4 h. 38 N.	2.5 gr.		
8.	3% Essigsäure	F. 2	3 h. 16 N. (26. Oct.)	7.7 gr.	4 h. 37 N.	1.6 gr.	9 h. 20 N.	1.5 gr.	8 h. 46 V. (27. Oct.)	1.4 gr.
9.	alkohol. Cholalsäurelösung	F. 3	9 h. 25 V. (27. Oct.)	9.7 gr.	11 h. 15 V.	4.8 gr.	4 h. 36 N.	2.8 gr.		

Nummer des Versuches.	Nach Behandlung mit	Nachweis der genaueren Details über die an den Stücken vorausgegangenen Operationen.	Beginn der Versuche.	Gewicht der Stücke bei Beginn der Versuche.	Zeit der Beobachtung.	Gewicht.	Zeit.	Gewicht.	Zeit.	Gewicht.
10.	rectificirtem Alkohol	G 4.	3 h. 25 N. (19. Oct.)	10.2 gr.	4 h. 38 N.	6.7 gr.	9 h. 28 N.	4.3 gr.	9 h. 11 V. (20. Oct.)	2.2 gr.
11.	Chloroformwasser	G. 2	3 h. 30 N. (19. Oct.)	11 gr.	4 h. 31 N.	4.3 gr.	9 h. 37 N.	2.5 gr.	8 h. 55 V. (20. Oct.)	1.5 gr.
12.	„ „	—	12 h. 46 N. (17. Oct.)	8.5 gr.	2 h. N.	3.8 gr.	5 h. 50 N.	2.6 gr.		
13.	Kampherpulver	H. 2	3 h. 14 N. (17. Oct.)	8.8 gr.	4 h. 30 N.	2.3 gr.	9 h. 27 N.	1.3 gr.	8 h. 45 V. (18. Oct.)	1.3 gr.
14.	Tinct. aloës	K. 3	6 h. 14 N. (19. Oct.)	13.8 gr.	7 h. 26 N.	6.6 gr.	9 h. 21 V (20. Oct.)	2.8 gr.		
15.	Tinct. colocynthidis	K. 6	6 h. 19 N. (20. Oct.)	12.6 gr.	7 h. 31 N.	5.6 gr.	9 h. 29 V. (21. Oct.)	2.2 gr.		
16.	1% Strychninnitratlösung	I. 3	3 h. 6 N. (15. Oct.)	10.2 gr.	4 h. 25 N.	2.9 gr.	9 h. 18 N.	1.5 gr.	8 h. 50 V. (16. Oct.)	1.5 gr.
17.	„ „	I. 4	9 h. 40 V. (17. Oct.)	11.5 gr.	11 h. 9 V.	3.9 gr.	4 h. 42 N.	2.3 gr.		
18.	1% salzs. Morphinlösung	I. 1	3 h. 4 N. (15. Oct.)	14.5 gr.	4 h. 34 N.	5.8 gr.	9 h. 17 N.	3.5 gr.	8 h. 51 V.	2.5 gr.
19.	„ „	I. 2	9 h. 35 V. (17. Oct.)	14.8 gr.	11 h. 2 V.	5.8 gr.	4 h. 43 N.	3.4 gr.		
20.	0.8% Veratrinlösung	I. 14	6 h. 16 V. (19. Oct.)	6.8 gr.	7 h. 29 N.	2.1 gr.	9 h. 28 V. (20. Oct.)	0.7 gr.		

Nummer des Versuches.	Nach Behandlung mit	Nachweis der genaueren Details über die an den Stücken vorausgegangenen Operationen.	Beginn der Versuche.	Gewicht der Stücke bei Beginn der Versuche.	Zeit der Beobachtung.	Gewicht.	Zeit.	Gewicht.	Zeit.	Gewicht.
21.	Nicotinwasser	—	2 h. 5 N. (17. Oct.)	64 gr.	5 h. 30 N.	19.5 gr.	9 h. V. (18. Oct.)	15.5 gr.		
22.	„ „	I. 10	9 h. 37 V. (20. Oct.)	18.5 gr.	11 h. V.	9 gr.	4 h. 44 N.	6.2 gr.		
23.	1% Atropinsulfatlösung	I. 12	3 h. 8 N. (18. Oct.)	10.2 gr.	4 h. 27 N.	3 gr.	9 h. 14 N.	1.5 gr.	8 h. 47 V. (19. Oct.)	1.5 gr.
24.	„ „	I. 13	9 h. 47 V. (20. Oct.)	11.7 gr.	11 h. 5 V.	4.2 gr.	4 h. 39 N.	2.2 gr.		
25.	0.5% Digitalinlösung	I. 17	6 h. 7. N. (19. Oct.)	9.4 gr.	7 h. 35 N.	3.4 gr.	9 h. 26 V. (20. Oct.)	1.4 gr.		
26.	1% Helleboreinlösung	I. 18	3 h. 10 N. (15. Oct.)	7.8 gr.	4 h. 35 N.	2.1 gr.	9 h. 21 N.	1.2 gr.	8 h. 53 V. (16. Oct.)	1.2 gr.
27.	„ „	I. 19	9 h. 42 V. (17. Oct.)	14.5 gr.	11 h. 3 V.	6.2 gr.	4 h. 42 N.	3.5 gr.		
28.	Olivenöl	L. 5	8 h. 36 V. (21. Oct.)	15.2 gr.	10 h. 55 V.	5.2 gr.				
29.	„ „	L. 4	9 h. 2 V. (19. Oct.)	9.8 gr.	11 h. 18 V.	2.3 gr.	4 h. 39 N.	1.2 gr.		
30.	Ricinusöl	L. 2	6 h. 25. V. (18. Oct.)	13.8 gr.	7 h. 33 N.	8.5 gr.	9 h. 14 V. (19. Oct.)	2.7 gr.		

Berechnung der Tabelle N.

1.	Z.	1.3			15.2	T. 20.5	14.	Z.	1.2			15.1	T. 20.5
	G.	5.8			6.9	T. 9.9		G.	7.2			11	T. 15.2
	P.	70.7			84.1	**T. 88.5**		P.	52.2			80.0	**T. 84.4**
2.	Z.	1.3			15.2	T. 20.5	15.	Z.	1.2			15.2	T. 20.5
	G.	4.6			6.4	T. 9.9		G.	7			10.4	T. 15
	P.	56.1			78.0	**T. 84.6**		P.	55.6			82.5	**T. 87.2**
3.	Z.	1.3			15.2	T. 20.5	16.	Z.	1.3		6.2	17.7	T. 23
	G.	8.5			11.6	T. 15.2		G.	7.3		8.7	8.7	T. 12
	P.	57.0			77.9	**T. 82.2**		P.	71.6		85.3	85.3	**T. 88.9**
4.	Z.	1.3			15.2	T. 20.5	17.	Z.	1.3		7		T. 24.8
	G.	8.6			11.7	T. 14.4		G.	7.6		9.2		T. 18.4
	P.	53.7			78	**T. 81.4**		P.	66.1		80.0		**T. 84.4**
5.	Z.	1.4			15.2	T. 20.4	18.	Z.	1.5		6.2	17.8	T. 23
	G.	8.0			11.1	T. 13.5		G.	8.7		11	12	T. 15.5
	P.	54.1			75	**T. 78.5**		P.	60.0		75.9	82.8	**T. 86.1**
6.	Z.	1.4			15.2	T. 20.6	19.	Z.	1.5		7.1		T. 25.1
	G.	8.6			11.3	T. 13.9		G.	9		11.4		T. 18.4
	P.	58.9			77.4	**T. 80.8**		P.	60.8		77.0		**T. 84.4**
7.	Z.		3.3	7.7		T. 24.6	20.	Z.	1.2			15.2	T. 20.6
	G.		9.3	12		T. 14.7		G.	4.7			6.1	T. 9.4
	P.		64.1	82.8		**T. 85.5**		P.	69.1			89.7	**T. 93.1**
8.	Z.	1.2		6	17.5	T. 22.1	21.	Z.		3.4		18.9	T. —
	G.	6.1		6.2	6.3	T. 20.8		G.		44.5		48.5	T. —
	P.	79.2		80.5	81.8	**T. 93.7**		P.		69.5		75.8	**T. —**
9.	Z.	1.8		7.2		T. 27.9	22.	Z.	1.4		7.1		T. 24.8
	G.	4.9		6.9		T. 18.7		G.	9.5		12.3		T. 17.3
	P.	50.5		71.2		**T. 87.0**		P.	51.4		66		**T. 73.2**
10.	Z.	1.2		6	17.2	T. 22.4	23.	Z.	1.3		6.1	17.6	T. 22
	G.	3.5		5.9	8	T. 16.6		G.	7.2		8.7	8.7	T. 11
	P.	34.3		57.8	78.0	**T. 88.3**		P.	70.6		85.3	85.3	**T. 88**
11.	Z.	1		6.1	17.4	T. 22.8	24.	Z.	1.2		6.8		T. 24.6
	G.	6.7		8.5	9.5	T. 13.3		G.	7.5		9.5		T. 12.9
	P.	60.9		77.3	86.4	**T. 89.9**		P.	64.1		81.2		**T. 85.4**
12.	Z.	2.2		5.1		T. —	25.	Z.	1.5			15.3	T. 20.6
	G.	4.7		5.9		T. —		G.	6			8	T. 10.8
	P.	55.3		69.4		**T. —**		P.	63.8			85.1	**T. 88.5**
13.	Z.	1.25		6.2	17.5	T. 22.5	26.	Z.	1.4		6.2	17.7	T. 22.9
	G.	6.5		7.5	7.5	T. 20.5		G.	5.7		6.6	6.6	T. 7.8
	P.	73.9		85.2	85.2	**T. 94.0**		P.	73.1		87.2	87.2	**T. 86.7**

	Z.	1.3	7	T. 23.8		Z.	2.3	7.6	T. 30.6
27.	G.	8.3	11	T. 18.7	29.	G.	7.5	8.6	T. 16.3
	P.	57.2	75.9	**T. 84.2**		P.	76.5	87.7	**T. 93.2**
	Z.	2.3		T. 25.9		Z.	1.1	14.8	T. 20.5
28.	G.	10		T. 18.6	30.	G.	5.3	11.1	T. 19
	P.	65.8		**T. 78.2**		P.	38.4	80.4	**T. 87.6**

Berücksichtigen wir, daß der Flüssigkeitsgehalt (incl. der löslichen Salze) der Rhizostoma Cuvieri des Étang de Berre, auf welche sich meine Versuche dieser Art beschränken, ca. 97 % betragen wird, und daß der salzreicheren Cassiopea aus dem Hafen von Massaua bei einer 20stündigen directen Einwirkung im günstigsten Falle durch pulverisirtes Bittersalz nur 83.5 % Flüssigkeit zu entziehen waren, so wird als der normale Wasserverlust, welchen pulverisirtes Bittersalz während einer 20stündigen directen Einwirkung an den Medusen des Étang de Berre bewirkt, auf annähernd 85 % zu veranschlagen sein. Daß wir uns bei dieser Annahme nicht sehr weit von der Wahrheit entfernen, zeigen die Versuche, bei welchen zuvor möglichst indifferente Substanzen einwirkten, und von denen einige auf der Tabelle N wiedergegeben sind. Wollen wir jedoch zu einer richtigen Schätzung der durch die auf Tabelle N mitgetheilten Verhältnisse gelangen, so ist es in erster Instanz nothwendig, die dort berücksichtigten Resultate im Großen und Ganzen in's Auge zu fassen und vorsichtig gegen einander abzuwägen. Der leichteren Orientirung wegen sind deshalb auch die in Procenten ausgedrückten Totalverluste, auf welche es uns dabei vornehmlich ankommt, fett gedruckt.

Nach einem derartigen kritischen Vorgehen glaube ich mich nun zur Aufstellung der folgenden Sätze berechtigt:

1. Nach einer Einwirkung der Schwermetallsalze (Sublimat und Kupfersulfat) ist die durch das Bittersalz entziehbare Flüssigkeitsmenge unter die Norm herabgesetzt. Da wir dieser Erscheinung auch beim Einlegen von Stücken in Sublimat- oder in Kupfervitriollösungen begegneten, und der Wasseraustritt an den

mit Kupfer- oder Quecksilbersalzen vergifteten Proben unter der Bittersalzeinwirkung 10—15 Stunden proportional dem verläuft, welcher an lebenden Medusenstücken nach dem Bestreuen mit Bittersalz beobachtet wird, so liegt die Ursache des etwas abweichenden Verhaltens ersterer Proben in einem größeren Widerstande, den das Gallertgewebe der intracellularen Flüssigkeitsabgabe entgegensetzt.

2. Alkohol, besser noch Chloroform, steigern die Flüssigkeitsabgabe an das Bittersalz. Während diese Steigerung durch den Alkohol sowie durch die alkoholischen Tincturen wohl vorzugsweise auf den rapideren Wasseraustritt gleich nach der Einwirkung dieser Stoffe auf das Gallertgewebe zu beziehen ist, hat das Gewebe unter der Chloroformeinwirkung allem Anscheine nach viel schwerer und anhaltender gelitten. Durch das Chloroform dürften die Organelemente in einer Weise getödtet sein, die sie nicht nur durchlässiger für das intracellulare Wasser macht, sondern auch einen Theil ihres unter gewöhnlichen Bedingungen durch Bittersalz nicht austreibbaren Wassers diesem disponibel werden läßt.

3. Analog dem Chloroform wirkt Veratrin, und auch die meisten in Anwendung gezogenen Gangliengifte (Strychnin, Morphin, Atropin, Digitalin, Helleboreïn) steigern die Wasserabgabe an das Bittersalz, wobei es aber fraglich bleibt, ob für diese Wirkung nicht nur die rapidere Anfangsbewegung des Wasserstromes verantwortlich zu machen ist. Werden doch, wenn die leicht ausstoßbare Flüssigkeitsmenge schnell aus dem Gewebe entfernt wird, günstigere Angriffspuncte für jede wasserentziehende Kraft geschaffen, als solche sonst vorhanden sind, und gerade aus diesem Grunde sind die bei der Alkohol- und den Alkaloïdwirkungen eintretenden Erfolge schwer zu deuten.

4. Vorausgegangenes Bestreuen mit Kampherpulver hat einen reichlicheren Wasseraustritt im Gefolge, als wenn die Gallertstücke

direct mit Bittersalz in Berührung gebracht werden. Hieraus darf wohl geschlossen werden, daß das Attractionsvermögen des Kamphers zum intracellularen Wasser beträchtlicher ist als das des Bittersalzes zu diesem. Ob dabei auch fester gebundenes Wasser, welches unter normalen Umständen für Bittersalz unangreifbar ist, zum Austritt bewogen wird, ist anzunehmen, doch durch Versuche noch nicht entschieden.

5. Hand in Hand mit der schleimigen Erweichung, welche verdünnte Essigsäurelösungen an dem Gallertgewebe hervorrufen, wird auch dessen Flüssigkeitsvorrath weit angreifbarer für jedes wasserentziehende Mittel als an fester bleibenden Stücken. So wird der durch das Bittersalz an den Essigsäureproben veranlaßte auffallend hohe Substanzverlust leicht verständlich.

6. Bei Gallertscheiben, welche zuvor der stundenlangen Einwirkung einer 2%igen Natronlauge ausgesetzt waren, zeigte sich die Flüssigkeitsabgabe an das Bittersalz nicht alterirt.

7. Die fetten Oele steigern ebenfalls die Flüssigkeitsabgabe an das Bittersalz; wenn wie in Versuch 28 dieselbe unter dem gewöhnlichen Maaße erheblich zurückbleibt, so ist der Grund dafür lediglich in den mechanischen Hindernissen zu suchen, welche dem Flüssigkeitsstrome durch die mit Oel getränkten Membranen erwachsen. Die bei derartigen Versuchen zur Beobachtung kommenden Maximalwerthe sind allemal beweisender als die beobachteten Minima.

8. Durch eine 15stündige Einwirkung festen Bittersalzes gelang es nicht, gleichgültig welche Operation derselben vorausging, der relativ sehr salzarmen Gallertmasse von Rhizostoma Cuvieri aus dem Étang de Berre mehr als 95% Flüssigkeit zu entziehen. Dieser Procentsatz ist aber immerhin recht bedeutend zu nennen, auch wenn man berücksichtigt, daß bei dem allerdings nur wenige Minuten unterhaltenen Kochversuche, dessen S. 32 Anm. 1 Erwähnung geschah, 92% Flüssigkeit zum Aus-

treten veranlaßt wurden. In dem Bittersalze haben wir zweifellos eine Subtsanz zu erblicken, dessen wasserabsorbirender Kraft sich die feiner angelegten Retentionsvorrichtungen in der Medusengallerte nicht widerstandsfähig genug erweisen, und daraus mag es sich auch erklären, daß die von mir erwarteten bindenden Resultate hier ausgeblieben sind. Wir werden uns in Zukunft nach weniger energisch wirkenden Mitteln umzusehen haben, und es wäre nicht unmöglich, daß durch Bittersalzlösungen von geeigneter Concentration, vielleicht auch schon durch einfache Kochversuche, zwischen verschiedenartig behandelten Gallertstücken Differenzen in der Flüssigkeitsabgabe aufgedeckt werden, die als scharf umgrenzte Zahlen die Frage nach der Existenz einer mehr und einer weniger fest gebundenen Flüssigkeitsmenge in den Medusengeweben mit einem Schlage in's Reine bringen.

Als Ergänzung zu den Versuchen auf Tabelle M, bei welchen der Chlorgehalt des an die Zusatzflüssigkeiten abgegebenen Gewebssaftes bestimmt wurde, habe ich eine entsprechende Reihe von Chlorbestimmungen an den Flüssigkeiten ausgeführt, welche die zu den auf den Tabellen E, K, I und L verzeichneten Versuchen gedienten Stücke beim Bestreuen mit Bittersalz an dieses abgaben. Es war vorauszusehen, daß in sämmtlichen Versuchen, bei denen ein Gewebssaft in die Zusatzflüssigkeit überging, welcher chlorreicher war als der von der lebensfrischen Gallertmasse spontan abgegebene, sich dieser Ueberschuß an ausgetretenen Chloriden an dem nachträglich durch das Bittersalz ausgezogenen Safte in einem geringeren Chlorgehalte, als solcher dem natürlichen Gewebssafte eigen ist, zu erkennen geben mußte. Die in Tabelle O zusammengefaßten Resultate bestätigen die Richtigkeit dieser Ueberlegung.

O. Chlorgehalt von 5 Cbc. des nach anderweitigen Operationen durch Bittersalz der Medusengallerte entzogenen Gewebssaftes.

(Fundort der Medusen: Étang de Berre.)

Nummer des Versuches.	Nach Behandlung mit	Nachweis der ausführlicheren Beschreibung der Versuche.	Verbrauchte Cbc. der $^1/_{10}$-Silberlösung.	Berechneter Procentgehalt an Chlor.
1.	$^1/_2$ u. 2% Kupfersulfatlösung	N. 5 + N. 6	7.3	0.518
2.	Tinct. colocynth.	N. 15	6.5	0.462
3.	Tinct. aloës	N. 14	9.0	0.64
4.	0.5% Digitalinlösung	N. 25	9.0	0.64
5.	Ricinusöl.	N. 30	17.0	1.207
6.	„	—	15.8	1.122
7.	Olivenöl	N. 29	14.6	1.037
8.	„	—	9.0	0.64

Gemäß den Angaben auf S. 10 beziffert sich der Chlorgehalt des von der Rhizostoma Cuvieri des Étang de Berre spontan abgegebenen Gewebssaftes auf ca. 1.65% und stellt sich demnach etwa 0.4% höher als der des umgebenden Meerwassers. Den Versuchen an Cassiopea aus dem Hafen von Massaua entnehmen wir fernerhin, daß der Chlorgehalt der einem Rhizostomastücke durch pulverisirtes Bittersalz entzogenen Flüssigkeit nach den ersten Stunden der Einwirkung nicht mehr als 1.00% betragen kann. Sämmtliche Medusenstücke nun, welche an die Zusatzflüssigkeiten einen Gewebssaft von mehr als 1.65% Chlorgehalt abgaben, treten in zweiter Instanz an das Bittersalz ein Fluidum ab, dessen Chlorgehalt entsprechend dem vorausgegangenen anormalen Chlorverluste unter 1.00% hinabsinkt; wie sich die Verhältnisse gestalten, zeigt beistehende Zusammenfassung.

Natur der primären Flüssigkeit.	Procentgehalt an Chlor des in die primär angewendete Flüssigkeit übergetretenen Gewebssaftes.	Procentgehalt an Chlor des secundär von dem Bittersalze angezogenen Gewebssaftes.
$^1/_2$ resp. 2%ige Kupfersulfatlösung	4.823	0.518
Alkaloïdlösungen und alkohol. Tincturen dem destillirten Wasser zugesetzt	3.5—5.3	0.46—0.64
Olivenöl	1.207	1.037 (0.64)
Ricinusöl	1.008	1.207 1.122

Besonders interessant an obiger Tabelle ist wieder die Wirkung der fetten Oele; denn in diese geht aus den Gallertstücken eine ihrem Chlorgehalte nach tief unter dem normalen Gewebssafte zurückbleibende Flüssigkeit über, deren Chlorgehalt nach dem Bittersalzzusatze (im Gegensatz zu dem Verhalten aller sonstigen Stücke) zuerst steigt und alsdann lange Zeit hindurch nur langsam abfällt; auf dieser Stufe bleibt der Chlorgehalt höher als bei Flüssigkeiten, die dem frischen Gewebe durch Bittersalz direct entzogen sind, hält sich aber stets niedriger als der Chlorgehalt des natürlichen Gewebssaftes. Daß das Resultat des Versuches S in Tab. O ein abweichendes ist, beruht lediglich auf einer zu lange fortgesetzten Einwirkung des Bittersalzes.

Schließlich sind von mir noch Chlorbestimmungen an Gewebssäften ausgeführt, welche von zuvor in Alkohol oder in einer 2%igen Kupferlösung mehrere Stunden aufbewahrten Rhizostomastücken beim Liegen an der Luft freiwillig abgegeben wurden.

P. Bestimmungen des Chlorgehaltes in 5 Cbc. der von Stücken der Medusengallerte, welche zuvor der Einwirkung von Alkohol resp. Kupfersulfat unterworfen waren, spontan abgegebenen Flüssigkeit.

(Fundort der Medusen: Étang de Berre.)

Nummer des Versuches.	Nach Behandlung mit	Nachweis der ausführlicheren Beschreibung der Versuche.	Verbrauchte Cbc. der 1/10-Silberlösung.	Berechneter Procentgehalt an Chlor.
1.	rectificirtem Alkohol	G. 6	27.5	1.953
2.	2% Kupfersulfatlösung	E. 5	7.2	0.511

Bei dem Stücke, welches in der Kupfersulfatlösung verweilt hatte, gestaltete sich der Procentgehalt an Chlor genau ebenso niedrig als bei der in Tabelle O niedergelegten Bestimmung, und wir ersehen daraus, daß der Salzverlust beim Liegen der Stücke in der Kupfersulfatlösung ein so bedeutender war, daß durch nachheriges Bestreuen mit Bittersalz der rückständige, an Salzen allerdings sehr verarmte Gewebssaft in ganz unveränderter Mischung zum Austritt bewogen wurde. Die in ihrem Chlorgehalte den natürlichen Gewebssaft dagegen übertreffende Flüssigkeit, welche ein 5 1/2 Stunde in rectificirtem Alkohol aufbewahrtes Stück der Rhizostoma nachträglich beim Liegen an der Luft abgegeben hatte, bestätigt die Richtigkeit unserer früheren Annahme (vgl. S. 48), daß durch den Alkohol der Gallertscheibe ein Fluidum entzogen wird, welches, ähnlich wie bei der Einwirkung von Bittersalz in Substanz, wasserhaltiger als der natürliche Gewebssaft ist, und in Folge dessen die in der Gallertmasse zurückbleibende Gewebsflüssigkeit nothwendig an Salzgehalt zunehmen mußte.

So wünschenswerth es auch sein würde, schon jetzt präcise Angaben darüber zu besitzen, in welcher Proportion die wasser- resp. die salzentziehende Wirkung bei peripher auf die Gallertmasse einwirkenden Mitteln nach dem Centrum zu allmälig vorwärts schreitet[1]), so nothwendig es auch sein mag festzustellen, ob bei peripherer Berührung mit Metallsalzlösungen überhaupt nachweisbare Mengen derselben in das Innere der Gallertmasse eindringen[2]), so ist der Mechanismus der spontanen Wasserabgabe bei den Medusen durch die vorliegenden Versuche doch im Großen und Ganzen zum Abschluß gebracht.

Es gibt acht Modi der Wasseraufnahme und Wasserabgabe:

A. Diffusion. Dieses ist ein rein physikalischer Vorgang, und was denselben so unterschiedlich von allen übrigen macht, ist sein wechselseitiger Verlauf; denn einer bestimmten Menge austretender Flüssigkeit entspricht dabei allemal eine ganz bestimmte Menge eintretender. Ob reine Diffusionen durch wirklich lebende Organelemente sich vollziehen, ist unwahrscheinlich; bewiesen ist daselbst ihr Vorkommen durchaus nicht.

B. Reine Wasseraufnahmen. Bei denselben liegt ein einseitig gerichteter Vorgang vor, indem Wasser nur aufgenommen und nichts Entsprechendes dafür abgegeben wird.

1. Chemische Wasserbindung. Viele Substanzen ziehen Wasser an, indem sie dasselbe chemisch binden und als Krystallwasser oder als Constitutionswasser bei sich behalten.

2. Mechanische Wasserabsorptionen. Zahlreiche poröse und hygroskopische Stoffe imbibiren sich mit dem

[1]) Zu derartigen Versuchen würde sich ebenfalls die dicke Gallertscheibe grosser Rhizostomen am besten eignen.

[2]) Zu diesen Versuchen würden sich ihrer leichten Nachweisbarkeit wegen besonders die Lithium- (spectralanalytisch noch in sehr geringen Spuren zu entdecken!), die Eisen- und andere Schwermetallsalze empfehlen lassen.

Wasser der Umgebung, ohne dasselbe indeß chemisch zu fixiren. Die keratinösen Substanzen, das Spongin bieten Beispiele für diesen Modus, der auch an einigen abgestorbenen Gebilden (Laminaria digitata, Anastatica hierochuntica) in sehr prägnanter Weise hervortritt.

3. Resorption. Dieser Vorgang läßt sich weder durch eine chemische noch durch eine mechanische Wasserbindung erklären, und sein einseitig gerichteter Verlauf unterscheidet denselben ebenso bestimmt von den Diffusionen. Die Resorption ist ein exclusiv physiologischer Proceß, d. h. in ihrem Zustandekommen an die Gegenwart lebender Zellen geknüpft.

C. Reine Wasserausgaben.

1. Chemische Anhydratisationen. Sie bestehen darin, das Substanzen durch eine chemische Aenderung ihres Molecüles Wasser verlieren. Die chemischen Anhydratisationen stellen demnach das Gegenstück von den chemischen Wasserbindungen dar.

2. Mechanische Wasserverluste. Ueberall wo einfach imbibirtes Wasser aus abgestorbenen Materien abdunstet, handelt es sich um diese Art des Wasserschwundes.

3. Exsudationen. Unter dieser Bezeichnung fassen wir die Vorgänge zusammen, welche den diametralen Gegensatz zu den Resorptionen bilden, indem sie wie diese rein physiologischer Art und in ihrem Zustandekommen ausnahmslos an die Thätigkeit lebender Organelemente gebunden sind. Lediglich dadurch, daß sie nicht speciell vom Nervensysteme abhängig sind, unterscheiden sie sich von den

4. Secretionen, welche unter den bekannt gewordenen Modi der Wasseraufnahme ihr Analogon noch nicht gefunden haben.

Welcher dieser Kategorieen ordnet sich nun die Wasserabgabe bei den Medusen ein? Eins ist absolut sicher, daß dieselbe kein Theilstück eines Diffusionsvorganges darstellt. Wenn schon die Entscheidung noch aussteht, ob in die sich freiwillig entwässernde Medusengallerte geringe Mengen anorganischer Stoffe aus der äußeren Umgebung überhaupt eindringen, so beweisen doch die Versuche, aus denen sich ergibt, daß durch destillirtes Wasser dem Gallertgewebe binnen 20 Stunden über 40 %, durch Bestreuen mit Glaubersalz in der nämlichen Zeit nicht mehr als 64 % Substanz entzogen wird, daß hier der austretenden Flüssigkeit durch eintretende Stoffe unmöglich ein Aequivalent im Sinne der Diffussionslehre geboten werden kann. Daß es sich in der Medusengallerte auch nicht um chemisch gebundenes Wasser handelt, lehrt ein ebenso einfacher und ebenso schlagender Versuch als der vorhergehende. Ich brauche nur ein derbes Scheibenstück einer Rhizostoma, einer Chrysaora oder irgend einer anderen Meduse mit dem Messer zu zerstückeln, um sogleich eine größere, leicht filtrirbare Salzlösung[1]) zu erhalten. Ein secretiver Charakter, über dessen Mitbetheiligung an dem Vorgange wir uns keine definitive Gewißheit verschaffen konnten, tritt fernerhin bei der Erscheinung jedenfalls so sehr in den Hintergrund, daß derselbe, wenn überhaupt existirend, nicht maßgebend bei dem Arrangement des Processes als Ganzes sein kann. Weit schwerer fällt es dagegen, sich eine Ansicht darüber zu bilden, ob es sich um eine Exsudation oder um einen mechanischen Wasserverlust

[1]) Die von Rhizostoma Cuvieri spontan abgegebene Flüssigkeit, sorgfältig getrennt von dem Safte der drüsigen Organe, läßt beim Sättigen mit Magnesiumsulfat kaum eine geringe Trübung entstehen (minimale Spuren einer Globulinsubstanz), und aus dem Filtrate von der Bittersalz-Sättigung scheiden sich nach dem Aufkochen mit Essigsäure nur sehr zarte, kleine Fäserchen geronnener Eiweißstoffe ab. Der aus der Gallertmasse einer Aurelia aurita ausgetretene Saft enthielt Spuren einer globulinartigen Substanz mehr, aber auch keine größere Menge coogulirbarer Albumine.

handelt. Vorerst noch einige Worte über die Exsudation! Selbst bei Versuchen, die erst nach 20 und mehr Stunden abgebrochen wurden, mag ich in einzelnen Fällen von einer Wasserabgabe des „lebenden Gallertgewebes“ gesprochen haben[1]). Ein derartiger Ausdruck wäre bei Untersuchungen über den Resorptionsvorgang durchaus incorrect, bei Processen aber, die möglicher Weise veritabele Exsudationen sind, läßt sich derselbe schon eher rechtfertigen, vorausgesetzt, daß man den Ausdruck auffaßt, wie er verstanden sein will. Die Resorption hört nämlich als ein vitaler Vorgang sofort auf, wenn die Lebensvorgänge stocken, in der Exsudation erhält sich aber ein vitaler Charakter noch bis zum letzten austretenden Flüssigkeitstropfen. Die Exsudationen haben eben ein Janusgesicht. Sie können sich von einem mechanischen Wasserverluste nur insofern unterscheiden, als bei ihnen eine ganz eigenartige Mischung zum Durchtritt gelangt; fernerhin aber auch dadurch, daß der Vorgang als solcher Besonderheiten darbietet und sich deshalb nicht als eine einfache mechanische Entwässerung erweist. Von Rechts wegen sollte — und so fasse ich die Sache auf — nur im letzteren Falle von einer Exsudation gesprochen werden, während, wenn der Austritt, gleichgültig von imbibirtem oder von resorbirtem Wasser, sich nach rein physi-

[1]) Ich habe den Einfluß von Giften auf Medusen zuerst untersucht und in Folge dessen auch die Thatsache zuerst festgestellt, daß in Veratrin-, Nicotin- und in Schwermetallsalzlösungen von derartigen Concentrationen wie die bei unseren jetzigen Versuchen angewendeten die Bewegungen der Schirmmuskeln sehr bald erlahmen und nach wenigen Minuten kein Lebenszeichen an dem Thiere mehr wahrzunehmen ist. Ich wußte daher ganz genau, daß bei vielen Versuchen schon nach dem Verlauf von 10 bis 15 Minuten von einem lebenden Gewebe nicht mehr zu sprechen ist. Aber so oft ich mich auch bemühte, einen Unterschied in der austretenden Flüssigkeit entsprechend dem lebenden und dem todten Thiere zu constatiren, das Resultat blieb ein negatives; die Curve nahm allerdings mit anfänglichen Schwankungen, die aber auf andere Ursachen zurückgeführt werden müssen, stets einen ähnlichen Verlauf.

kalischen Principien gestaltet, derselbe auch als ein mechanischer anzusehen ist. Regel ist allerdings, daß einerseits bei einem echten mechanischen Wasserverluste die nämliche Flüssigkeit austritt, welche durch Imbibition aufgenommen wurde, und daß andererseits bei einer Exsudation eine Flüssigkeit (meist jedoch von abweichender Zusammensetzung) ergossen wird, welche zuvor resorbirt worden ist; die Begriffe brauchen sich aber keineswegs immer zu decken, denn ich kann mir sehr wohl die Möglichkeit vorstellen, daß eine imbibirte Flüssigkeit exsudirt und eine resorbirte ohne Weiteres das Gewebe auf einem mechanischen Wege wieder verläßt. Soviel ist aber gewiß, daß die von der Medusengallerte exsudirte oder mechanisch abgegebene Flüssigkeit nur auf dem Wege der Resorption ihre eigenartige Zusammensetzung erhalten haben und nur so in das Gallertgewebe hineingelangt sein kann. Die Thatsache, daß der Gewebssaft bei Individuen, welche in salzarmen Wässern lebten, salzreicher als das umgebende äußere Medium ist, lehrt Das hinlänglich, und ich begreife nicht, daß ein so ideenreicher Forscher wie *Fredericq,* der diesen Thatbestand bei Krebsen aufdeckte, trotzdem an Diffusionserscheinungen dachte.

Daß in dem Gallertsafte der Salzgehalt der Umgebung zum Ausdruck gelangt, findet ausschließlich darin seine Erklärung, daß der Resorptionsvorgang von dem Salzgehalte des äußeren Mediums nicht unbeeinflußt bleibt, daß dieser bei den Medusen noch nicht die Selbständigkeit erlangt hat als bei den höheren Thieren. Fassen wir nun aber, abgesehen von den Diffusionen, die Wasseraufnahme und den Wasseraustritt, sei es aus lebenden, sei es aus todten Substanzen als völlig unabhängig von einander verlaufende Vorgänge auf, dann ist bei dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse noch keine Entscheidung zu treffen, ob der Wasseraustritt bei den Medusen ein Exsudationsvorgang oder ein rein mechanisch erfolgender Wasserverlust ist. Ich hoffe, diese Frage an geeigneten Objecten demnächst zum Austrage zu bringen.

Die nervösen Leitungsbahnen in dem Polypar der Alcyoniden.

(Hierzu Taf. I.)

Die braunen oder dunkelgrünen Raine, welche sowohl auf der Fahrt von Massaua nach Schech Said, besonders aber in der Nähe des Ufers der Bai von Herkiko, als auch schräg gegenüber der Quarantainestation vor Suakim wenige Faden unter dem Meeresspiegel sichtbar werden, bestimmten mich, dort meine freie Zeit einer Arbeit zu widmen, die außerhalb meiner beabsichtigten Pläne lag.

Jene unterseeischen Matten werden gebildet von den Stammdolden oder Straußalcyonien (Xenia fuscescens resp. X. umbellata), Polypenstöcken ohne Axe mit fleischigem, nur spärlich Kalkkörperchen enthaltendem Polypar. Betrachtet man bei der Trennung der Xenia fuscescens *Ehbg.* von der Xenia umbellata *Sav.*[1]) das Ungetheiltsein und die dickere Beschaffenheit des Fußes als charakteristisch für die erstere Form, die Erhebung der Polypen in verschiedener Höhe (nicht auf einem breiten Boden wie bei X. fuscescens) als charakteristische Eigenschaft der X. umbellata, so fallen die Formen um Massaua der Xenia umbellata, die bei Suakim der Xenia fuscescens anheim.

[1]) Wie schon *C. Keller* (Zeitschr. f. wiss. Zoolog. Bd. 38. 1883. S. 666) hervorhob, finden sich bei Suakim nur braune Xenien, im Hafen von Massaua begegnet man dagegen mehr den grünen Formen. *E. Hœckel* (Arabische Korallen. Berlin. 1876. S. 31 u. 45) nennt die Xenien von Tor blau, und zwar ist es ein recht reines, intensives Blau, in welchem uns die Xenien auf Taf. III. Fig. 1 dieses Werkes entgegentreten.

Meine zu Beginn des Jahres 1879 an Actinien ausgeführten Combinationsvergiftungen[1]) hatten auf ein separirtes Vorkommen gangliöser und contractiler Elemente bei Vertretern dieser Cölenteratenclasse mit Evidenz schließen lassen, und kurz darauf sind beide Gewebe von den Gebrüdern *Hertwig* auch in ihrer histologischen Sonderung bei diesen Thierformen erkannt worden. Die nach meinen Untersuchungen von einigen Forschern an Einzelactinien ausgeführten einfachen Vergiftungsversuche haben unser Wissen nicht gefördert, und nur die physiologischen Experimente, welche *C. Keller* an den zusammengesetzten Polypenstöcken unserer Xenia fuscescens in Suakim angestellt hatte, schienen ganz neue Thatsachen aufgedeckt zu haben.

Ich hielt die Xenien für besonders geeignet, um über die physiologischen Abhängigkeitsverhältnisse der einzelnen, zu einem Stocke vereinigten Polypen in's Klare zu kommen. Ist doch unser Wissen gerade nach dieser Richtung hin ein sehr mangelhaftes, ja wir dürfen sagen, ein vollkommen negatives geblieben. Bezüglich der Bryozoen glauben wir noch am besten unterrichtet zu sein; denn für diese war durch die Beobachtungen eines Hauptnervenstranges bei Vesicularia *(Ellis, Farre)* und bei Serialaria *(Fritz Müller)*, sowie durch den Nachweis eines Ganglien-geflechtes bei vielen Chilostomen *(F. A. Smitt, Claparède)* die Anwesenheit eines sog. Colonialnervensystemes wahrscheinlich geworden. Dieses Colonialnervensystem sollte den ganzen Bryozoenstock durchziehen, die Einzelthiere verbinden und die gegenseitige Abhängigkeit in den Bewegungen und in einander greifenden Leistungen der Einzelthiere bedingen. „Hier findet sich", sagt *Claus*[2]), „in dem Thierstocke gewissermaßen als Sitz der Colonialverwaltung ein Nervensystem, welches die Thätigkeit der Einzel-

[1]) Vgl. diese Studien. 1. Reihe. 3. Abth. 1880. S. 144 u. 145.

[2]) *C. Claus*, Grundzüge der Zoologie. 3. Auflage. Marburg u. Leipzig 1876. S. 371.

thiere beeinflußt und zum Zusammenwirken bestimmen soll. Jeder Zweig (Stengelglied) dieses trichotomisch verästelten Thierstockes wird in seiner ganzen Länge von einem Nervenstamm durchsetzt, welcher mit einem ansehnlichen Ganglion am Grunde des Stengelgliedes beginnt und sich an seinem oberen Ende zur Verbindung mit den Ganglien der benachbarten Stengelglieder in Aeste theilt. Dazu kommt ein dem Stamme aufliegender und aus den Ganglien hervorgehender Plexus, welcher den Zusammenhang mit dem Nervensysteme der Einzelthiere herstellt. Ein im Grunde jedes Einzelthieres gelegenes Ganglion nimmt einerseits Nerven des Plexus auf und gibt nach der anderen Seite einen nach dem Darme des Thieres verlaufenden Nerven ab, dessen Zusammenhang mit dem Oesophagealganglion jedoch nicht erkannt werden konnte."

Vergessen wir indeß nicht, daß einer der sorgfältigsten Bryozoenforscher, *H. Nitsche*[1]), das Colonialnervensystem *Fr. Müller*'s als Funicularplatte bezeichnete, und dieses, sich bei den Gymnolämen findende Gebilde genau so wie den Funiculus bei den Phylactolämen als ein Organ ansah, welches dazu dient, das Polypid, vornehmlich den Magen desselben in einer bestimmten Lage zum Zoöcium zu fixiren, namentlich wenn dasselbe hervorgestülpt ist. „Ich kann mir", sagt *Nitsche*, „die Thatsache, daß alle Polypide eines Stockes sich zurückziehen, wenn nur ein einziges Polypidge reizt oder injuriirt wird, sehr wohl erklären, ohne ein Colonialnervensystem anzunehmen. Ein Bryozoenstock, z. B. unsere Flustra membranacea, kann aufgefaßt werden als ein Aggregat von ringsgeschlossenen Säcken, welche mit Flüssigkeit prall erfüllt sind; durch Weichtheile verschlossene Poren verbinden die Höhlungen der einzelnen Säcke. In jedem Sacke, dem Zoöcium, liegt eingeschachtelt ein Polypid. Die Bewegung eines

[1]) *H. Nitsche*, Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 21. 1871. S. 418 u. 436.

jeden solchen Polypides muß nun nothwendig eine Erschütterung der das Zoöcium erfüllenden Flüssigkeit hervorbringen, und diese Erschütterung kann sich sicherlich durch die Poren oder vielleicht auch durch Schwingungen der dünnen Rosettenplatten auf den flüssigen Inhalt der benachbarten Zoöcien im weiten Umkreise fortpflanzen. Die Erschütterungen der Flüssigkeit werden sich direct auf die in der Flüssigkeit schwimmenden Polypide fortpflanzen und diese somit benachrichtigt werden, daß in einem Zoöcium des Stockes eine Bewegung des Polypids stattgefunden hat."

Einer der für die Bryozoenstöcke von *Nitsche* gegebenen sehr nahe kommenden Erklärung begegnen wir bezüglich der Korallenstöcke in *C. B. Klunzinger*'s verdienstvollem Werke über „Die Korallenthiere des Rothen Meeres" (Berlin. 1877). Dort heißt es Theil I, S. 2: „Wo die Korallenthiere Colonieen bilden, communiciren die Leibeshöhlen der Einzelthiere durch wandungslose Gefäße oder Canäle, so wenigstens bei allen Alcyonarien, oder unmittelbar. Wahrscheinlich ist eine ähnliche Communication auch bei verkalkten Colonieen vorhanden, obwohl nicht immer nachzuweisen. Nur so erklärt es sich, daß auf irgend stärkere Reize, die ein Thier treffen, die Thiere der ganzen Colonie reagiren, und die Stoffe, welche ein Einzelthier zu sich nimmt, der ganzen Colonie zu Gute kommen." Obschon ich sicher bin, daß die Beobachtungen von *Panceri* über die Fortleitung des Licht erregenden Reizes an den Leuchtorganen der Pennatuliden, welche zu leuchten beginnen, auch wenn der Reiz den Stamm des Stockes trifft, nicht den Schluß auf nervöse Leitungsbahnen zulassen und demnach *Kölliker*'s Deutung gewisser Fasergruppen als Nerven dieser Thiere nicht unterstützen können, so vermag ich mich doch mit *Klunzinger*'s Auffassung bei den Xenien wenig zu befreunden. Betrachten wir vorerst, was uns die physiologischen Experimente über die Fortleitung der nervösen Erregungen bei den einfachen Actinien verrathen.

Sectionsversuche, wie solche jetzt in großer Zahl für Medusen und Echinodermen vorliegen, mangeln für die Actinien noch so gut wie ganz. Das Einzige, was uns seit *A. von Heider*'s Beobachtungen bekannt geworden ist, beschränkt sich auf die Thatsache, daß durch einen rasch ausgeführten Schnitt ein ganzer Tentakel dem Thiere fortgenommen werden kann, ohne daß auf diesen Eingriff hin die benachbarten Tentakeln, das Peristom oder ein anderer Theil des Thieres irgendwie reagirt. Dieses Ergebniß wies selbst schon bei den einfach zusammengesetzten Actinien auf eine sehr träge Nervenleitung wie auf eine sehr mangelhafte nervöse Verknüpfung der einzelnen Organe unter sich hin, und, wie die folgenden Versuche (eigentlich im Gegensatze zu dem, was an lebenskräftigen Exemplaren der Sagartia troglodytes direct beobachtet wird) lehren werden, sind die Verbindungen zwischen dem Basal- und Mundtheile noch weit unvollkommener geblieben als die an dem Tentakelgrunde.

Unter den mediterranen Formen dürfte sich Aiptasia mutabilis *Grav.* mit am besten zu Sectionsversuchen eignen. Anemonia sulcata *Penn.* (Anthea cereus *Gosse*) reagirt zu langsam, und die Sagartien ziehen sich bereits auf geringfügige Reize bis auf's Aeußerste zusammen und verharren alsdann in diesem Zustande lange Zeit hindurch. Sagartia troglodytes ist nur für Versuche zu empfehlen, bei denen die Wirkungen schwacher mechanischer Reize in Betracht kommen. Läßt man solche auf einen Theil der äußeren Körperwandung einwirken, so gerathen bei völlig normalen Thieren sofort die der Reizstelle entsprechend inserirten Tentakeln in Bewegung, ziehen sich auch wohl zusammen, und es bildet sich ober- wie unterhalb der berührten Stelle ein mehr oder minder starker Contractionszustand aus, in Folge dessen die Tentakelscheibe dem Berührungspuncte genähert wird. Den mechanischen Reizen gegenüber bevorzugen wir künftighin aber die chemischen. Ein sehr energisches Reiz-

mittel dieser Art gibt für die Actinien concentrirte Essigsäure (Eisessig) ab. Benetzt man damit ganz local den Tentakel einer Sagartia, so zieht sich das Thier sofort zusammen und bleibt lange contrahirt; auch bei der trägen Anemonia gelingt es so, von einem einzigen Tentakel aus, Bewegungen der meisten übrigen oder aller Tentakeln auszulösen. Bei den Essigsäureversuchen hat man jedoch sehr darauf zu achten, daß die Säureeinwirkung wirklich eine locale ist und während der Versuchsdauer auch möglichst local beschränkt bleibt. Bei Tentakelreizungen, wo der sofort auftretende Effect für den Untersucher hauptsächlich von Werth ist, erzielt man eine circumscripte Reizung gewöhnlich schon dadurch, daß man die Tentakelkrone sich nahe dem Wasserspiegel entfalten läßt und alsdann einem möglichst isolirt liegenden Tentakel die Säure mittelst eines Glasstabes oder besser noch mittelst einer Glascapillare applicirt. Zu ganz localen Applicationen und besonders bei Theilen, welche tiefer im Wasser versteckt liegen, wie die Mundscheibe und das Mauerblatt, empfiehlt es sich, sich einer stärkeren und langen Nadel zu bedienen, deren Oehr tragendes Ende dicht über der engen Oeffnung scharf und kurz zugespitzt ist. Beim Eintauchen des Oehrs in die Essigsäure bleibt auch nach dem Abtrocknen der Nadel eine genügende Menge der Säure in dem Oehr haften, um beim Einstechen in die Haut der Actinien einen ausgiebigeren chemischen Reiz zu veranlassen. Was geschieht nun, wenn wir Essigsäure auf Actinien einwirken lassen, bei denen ein Theil der nervösen Leitungsbahnen künstlich ausgeschaltet wurde?

Führt man bei einer Aiptasia einen Sagittalschnitt bis auf die Fußplatte durch das ganze Thier hindurch (Taf. I, Fig. 1), so währt es unter günstigen Versuchsbedingungen etwa eine halbe Stunde, bis man die Gewißheit erlangt, daß das operirte Wesen neuen Reizen wieder zugängig geworden ist. Führt man dann das mit Essigsäure benetzte Oehr der Nadel an einer Stelle in

die Mundscheibe ein, so bleibt die Reizwirkung ebenso, als wenn wir in diesem Falle nur einen Tentakel mit Essigsäure betupfen, auf die direct betroffene Hälfte der Mundscheibe beschränkt; die nervösen Leitungsbahnen, welche durch die Fußplatte die eine Peristomhälfte mit der anderen noch verbinden helfen, sind zu wenig entwickelt, um selbst einen so kräftigen sensibelen Reiz zu übertragen. Durch wiederholte rein circumscript erfolgende Applicationen an ein und derselben Hälfte der Mundscheibe läßt es sich auch bei der verhältnißmäßig empfindlichen Aiptasia dahin bringen, daß an dieser Seite sämmtliche Tentakeln und das gesammte Peristom absterben, ohne daß auch nur ein Tentakel an der intact gebliebenen Hälfte eine Beeinflussung derselben durch den Nekrosevorgang erkennbar werden läßt. Die Bewegungen der Tentakeln an der intact gelassenen Hälfte scheinen selbst dann noch die normalen zu sein, wenn die durch die Säure geätzte Hälfte bereits opak geworden, ja wenn diese schon mehrere Tage vollständig abgestorben ist. Schlagender noch als bei Aiptasia gelingt dieser Versuch bei der trägeren Anemonia. Daß trotzdem aber eine Leitung sensibler Erregungen an der Fußplatte existirt, läßt sich unschwer feststellen, wenn man an Aiptasien, welche in gleicher Weise operirt sind, statt eines Punctes an der Tentakelscheibe eine nach außen gerichtete Stelle des Basalstückes (etwa Punct b Fig. 1) mit Essigsäure betupft. Letztere Versuchsanordnung ist bei unseren in Triest zum Theil gemeinschaftlich angestellten Experimenten zuerst von meinem jungen Freunde, Herrn *Paul Samassa*, getroffen und hat ergeben, daß unter diesen Umständen ein Reiz von den contractilen Elementen der Tentakeln und des Körperrohres sowohl auf der gereizten als auch auf der anhängenden Hälfte beantwortet wird.

Weit besser noch werden die Reize von der Sohle auf die Tentakeln der anhängenden Körperhälfte übertragen, wenn als

verbindende Brücke nicht ein Theil des Fußes sondern ein Stück Mundscheibe erhalten blieb. Reizt man nach der in Fig. 2 dargestellten, an Aiptasia ausgeführten Operation z. B. den mit a bezeichneten Punct des Fußes durch Essigsäure, so kommt es meist nicht nur zu einer heftigen Bewegung der Tentakeln im ganzen Umfange der Mundscheibe, sondern auch zu Contractionen der anhängenden Leibeshälfte.

Wir entnehmen diesen Versuchen:

1. daß leitende Nervenfaserstränge den gesammten Polypenleib durchsetzen, in den Flanken des Mauerblattes wie in der Fußplatte, der Mundscheibe und den Tentakeln vorhanden sind;

2. daß die Erregungen von der einen zu der anderen Körperhälfte bei erhaltener Mundscheibe als Verbindungsbrücke besser übertragen werden als durch Vermittelung der in der Fußplatte verlaufenden Nervenbahnen, und

3. daß sensibele Reize von der Sohle zur Mundscheibe leichter fortgeleitet werden als in umgekehrter Richtung.

Treten wir nach diesen Befunden an die viel schwieriger zu beobachtenden Verhältnisse bei den Stöcken der Fleischpolypen heran.

Die an den Tentakeln der Xenien[1]) zur Beobachtung gelangenden Erscheinungen weisen auf Verhältnisse hin, welche mit denen bei Sagartia troglodytes übereinstimmen. Die Wirkungen schwacher Reize bleiben sehr local beschränkt, auch bei successiver Verstärkung der Reize reagirt noch verhältnißmäßig lange nur der direct irritirte Tentakel und durch einen rasch ausgeführten Scheerenschnitt läßt sich auch ein ganzer

[1]) Da sich Xenia fuscescens und X. umbellata bei allen Versuchen durchaus übereinstimmend verhielten, und erstere Art auch ihren morphologischen Charakteren nach nur als Varietät oder als eigenthümliche Erscheinungsweise der X. umbellata betrachtet werden muß (cf. *Klunzinger* a. a. O., Th. I. S. 41), so gilt das Folgende für beide Formen in gleicher Weise.

Fangarm von der Mundscheibe des Polypen ablösen, ohne daß in Folge dessen Contractionen an den benachbarten Tentakeln oder an dem Kelchstücke des Polypen wahrnehmbar werden. Von dem Polypenleibe abgetrennte Tentakeln krümmen sich unmittelbar nach der Operation zusammen, breiten sich aber bald wieder aus und bleiben unter günstigen Bedingungen eine Stunde und mehr empfindlich für mechanische Reize. In Uebereinstimmung mit diesen Befunden lehrt eine aufmerksame Beobachtung der Tentakelbewegungen an völlig normalen Polypenstöcken, daß (ebenso wie bei den Einzelactinien) dieselben vorwiegend durch äußere mechanische Reize, verursacht durch die im Wasser suspendirten festen Partikelchen, hervorgerufen werden, daß dieselben ohne jede bestimmte Reihenfolge an den einzelnen, Einem Polypen angehörenden Tentakeln ablaufen, wie denn auch das Spiel der Fangarme bei verschiedenen, einem gemeinsamen Zweige aufsitzenden Polypen nichts von Regelmäßigkeiten darbietet. Numeriren wir die acht Tentakeln eines durchaus intact erhaltenen Xeniapolypen, irgendwo mit Nr. 1 beginnend, der Reihe nach, so folgt der Zusammenziehung des Tentakels 1 nach 1 oder 2 Secunden vielleicht die des Tentakels 2, nach einigen Secunden contrahirt sich dann Tentakel 3, 4 oder auch nochmals Nr. 1, während zugleich die Tentakeln 7 und 8 viele Secunden pausiren können. Dieses eine Beispiel statt vieler; denn alle denkbaren Fälle gibt es hier zu beobachten, und wenn schon auf stärkere Reizungen eines Tentakels bei einigen Polypen mit Vorliebe der opponirte (also z. B. bei Reizung von Nr. 2 Tentakel Nr. 6, bei Reizung von Nr. 4 Tentakel Nr. 8) mitzureagiren pflegt, so ist das doch keineswegs eine allgemeine Regel, sondern es scheint vielmehr die Mehrzahl der Polypen davon eine Ausnahme zu machen. Alles weist somit auf die Anwesenheit gangliöser Apparate in den Tentakeln hin, und da auch noch abgetrennte Stücke der Basis, der Mitte wie der

Spitze auf schwache mechanische Reize reagiren, so ist uns das Vorhandensein eines den ganzen Fangarm durchsetzenden gangliösen Nervengeflechtes durch die Versuche bei Xenia verbürgt.

Dieselbe Selbständigkeit, welche sich an den Tentakelbewegungen zu erkennen gibt, existirt weiterhin auch an der Mundscheibe, während der übrige, an sich sehr contractile Polypenleib nach Abtragung des Mundbezirkes bei weitem nicht so prompt wie die Gebilde am Peristom mechanische Reize beantwortet und auch, von seiner natürlichen Unterlage getrennt, viel früher als die Tentakeln und die Mundscheibe abstirbt. Hat man die Tentakelkrone nebst dem Peristom soeben abgeschnitten, so sind die Tentakeln zusammengekrümmt, breiten sich aber nach wenigen Minuten wieder aus, bewahren 1 bis 2 Stunden lang ihre normale Erregbarkeit, sterben dann aber schnell ab. Der Polypenkelch hat sich bei dieser Operation ebenfalls contrahirt, doch auch er erschlafft wieder nach einiger Zeit und läßt dann durch Quetschen mit einer Pincette oder durch Betupfen mit Essigsäure die Feststellung einer noch vorhandenen Empfindlichkeit und Contractilität möglich werden. Bei stärkeren Reizungen eines Tentakels kommt es an normalen Polypen, bevor der Kelch sich zusammenzieht, allemal erst zu Contractionen nicht direct gereizter Tentakeln; während sich aber an den Tentakeln die Contractionen von unten nach oben hin fortsetzen, ist der Verlauf derselben am Kelche von oben nach unten gerichtet. Dieser Umstand lehrt, daß die Contractionen beider Theile vornehmlich von den Ganglienanhäufungen des Peristomes ausgelöst werden, doch macht die circumscript sich erhaltende Wirkung schwacher Reize an den Tentakeln wie am Kelchtheile außerdem noch die Annahme gangliöser Geflechte in beiden Organen nothwendig.

Auf mechanische oder chemische Reize, welche den Kelchtheil in localer Begrenzung treffen, pflegen zuerst die der Reizstelle entsprechend inserirten Tentakeln zu reagiren, und eine

Einwärtskrümmung der gesammten Tentakelkrone erfolgt nur auf heftigere Insulte. Auch in diesem Puncte walten demnach bei den Xenien analoge Verhältnisse ob als bei der Aiptasia, wo die direct nach aufwärts steigenden Nervenbahnen leichter afficirt werden als die seitwärts und quer verlaufenden Faserstränge.

Daß die ein und demselben Zweige aufgepflanzten Polypen in ihren nervösen Einrichtungen nicht völlig unabhängig von einander dastehen, sondern daß nervöse Erregungen auch an der Spitze der Aeste von Polyp auf Polyp überzugehen vermögen, erschließen wir daraus, daß bei starken Quetschungen oder beim Betupfen eines Polypen mit Essigsäure sich die nebenstehenden Thiere mitcontrahiren. Zuverlässige Versuche dieser Art sind allerdings schwieriger auszuführen, als es auf den ersten Blick scheinen mag; denn durch das Dichtgedrängtsein der Polypen und den buschigen Bau des Xenienstockes ist eine energischere Reizung eines einzigen Polypen in hohem Grade erschwert. Nimmt man sich jedoch zu den Versuchen Zeit, indem man auf eine möglichst separirte Stellung des einen oder anderen Polypen wartet, oder befestigt man eine gut schließende, mit Essigsäure gefüllte *Pravaz*'sche Spritze an einem Halter, dem mittelst eines Kugelgelenkes leicht jede beliebige Stellung zu ertheilen ist, so gelingt es —, besonders leicht in letzterem Falle, wenn die Ausflußöffnung der *Pravaz*'schen Spritze einige Zeit zuvor in die Nähe eines Polypen gebracht war, und die Application der Säure im richtigen Momente vorgenommen wird, — einen einzelnen Polypen allein zu irritiren. Bei diesem Vorgehen ist mir die Gewißheit geworden, daß durch Reize, welche ausschließlich Einen Polypen treffen, auf demselben Aste inserirte Individuen secundär mitbetroffen werden, und bei einigen Versuchen reagirten selbst solche Polypen auf den Reiz, welche sich auf anderen, aber höher gelegenen Zweigen erhoben. Ueberzeugende Resultate waren aber nur dann zu erzielen, wenn die Xienstöcke unlädirt,

frisch aus der Tiefe heraufgebracht und nie aus dem Wasser gehoben waren. Gegenüber der Quarantainestation vor Suakim ragt eine lange (von Bohrwürmern vielfach angenagte) Landungsbrücke von dem menschenleeren Festlande in den Canal hinein, für den Naturkundigen leicht auffindbar wegen der mit einer grünen Aclesia angefüllten Tümpel, die sich an dem Festlandende der Brücke befinden. Dieser Platz erwies sich mir zur Vornahme der Versuche deshalb so sehr geeignet, weil in seiner unmittelbaren Nähe größere Strecken des Meeresbodens mit den Xenien bedeckt sind, und die Zeit, welche die frisch herausgehobenen Thiere zu ihrer Erholung bedurften, sich durch einen Spaziergang über das verlassene Telegraphenhaus nach der faunistisch ergiebigen Spitze, welche der Continent an dieser Seite in den Canal hineinschickt, anderweitig ausnutzen ließ. Die großen Wasserkübel, in denen sich stets nur 2 bis 3 Xenienstöcke befanden, blieben bis zu meiner Rückkehr, etwa $^1/_2$ bis $^3/_4$ Stunden, auf der Landungsbrücke ruhig stehen, und da niemand in diese Gegend kam, meine ganze Mannschaft mich begleitete, so vermochten sich die Thiere während dieser Zeit in ungestörter Ruhe zu erholen; die an ihnen ausgeführten Versuche lieferten so schlagende Resultate, wie solche nach einem längeren Transporte der immerhin recht empfindlichen Xenien nicht in annähernd gleicher Weise zu gewinnen waren.

Daß nun auch nervöse Gangliengeflechte von Zweig zu Zweig, ja von dem Basaltheile der Colonie bis zur Tentakelkrone der einzelnen Polypen verlaufen, davon kann man sich nicht durch bindende Versuche überzeugen.

Durch meine Bestimmungen des Gehaltes von Wasser und festen Stoffen bei verschiedenen Actinien und Medusen gelangte ich[1]) bereits 1879 zu der Ansicht, „daß die Actinien mit ausgebreitetem Tentakelkranze, mit turgescirendem Körper ebenso wasserreich sind wie Rhizostoma, daß aber verschieden von

[1]) Vgl. diese Studien. I. Reihe. 2. Abth. 1880. S. 94 u. 95.

dieser bei jenen das Wasser nicht in den Zellen aufgespeichert ist und von diesen festgehalten wird, sondern zum größten Theile sich in Canälen befindet, aus denen es freiwillig bei Muskelcontraction nach außen hin abgegeben werden kann". Der gesammte Actinienleib gleicht einem erectilen Organe, und ebenso verhält sich der Alcyonidenstock. Schneiden wir einen Zweig oder den Stamm einer Xeniencolonie an, so fließt das Wasser aus und das Organ fällt zusammen. Um einen derartigen Collapsus zu vermeiden und Erscheinungen dieser Art nicht mit freiwilligen Contractionen zu verwechseln, ist es erforderlich, die Reize auf die äußere unverletzte Wand einwirken zu lassen oder bei Einstichversuchen wenigstens darauf zu achten, daß aus der erzeugten Oeffnung kein Wasser ausfließt. Wie bei den Actinien ist das Wasser auch in dem Stocke der Xenien ständigen und verhältnißmäßig rapiden Fluctuationen unterworfen. Einspritzungen von Curare-, Veratrin- oder Nicotinlösungen in einen Zweig oder besser noch in den Basaltheil der Colonie zeigen das zweifellos. Es bedarf bei diesen Giftlösungen keiner ausnehmend hohen Concentration und keines das übliche Maaß überschreitenden Quantums, um bei Injectionen vom Stamme aus schon nach 5 Minuten an den sämmtlichen Polypen des Stockes die exquisitesten Vergiftungserscheinungen auftreten zu sehen. Nach meiner Ansicht läßt sich jedoch der rasche Uebertritt der Gifte von der Basis der Colonie bis zu den Polypen, welcher bei einigen Versuchen mit einer Geschwindigkeit von mindestens 0,2 mtr. in der Minute erfolgt sein mußte, nicht für die Annahme contractiler und nervöser Elemente in den Zweigen und dem Stamme direct verwerthbar machen; denn gerade die Xenienpolypen sind außerordentlich contractil und beweglich, und es würde daher die Möglichkeit nicht ausgeschlossen bleiben, daß lediglich der Bewegungen der Polypenkelche wegen die Flüssigkeit im ganzen Stocke gar sobald wieder eine gleichmäßige Mischung annimmt. Ich

kenne aber eine Versuchsanordnung, bei der die Befunde nicht so einfach mechanisch zu deuten sind, sondern die Existenz gangliöser Geflechte wie contractiler Elemente in den Zweigen, dem Stamme und der Fußplatte jedenfalls sehr wahrscheinlich werden lassen.

An der Hand der Fig. 3 auf Taf. I sind die Ergebnisse der Versuche, welchen ich in dieser Beziehung einige Beweiskraft zuerkennen muß, kurz und übersichtlich zu beschreiben. Appliciren wir mittelst einer *Pravaz*'schen Spritze, die zu diesem Versuche ebenfalls zweckmäßig in den oben beschriebenen Halter eingeklemmt wird, dem Xenienstocke bei Punct A eine Spur concentrirter Essigsäure, so neigt sich Zweig c alsbald nach abwärts, während Zweig d in Ruhe verharrt. Führen wir das gleiche Experiment bei Punct B aus, so neigt sich Ast g nach abwärts, Ast f mit seinen Ausläufern bleibt dagegen bewegungslos, und in einem etwas späteren Stadium werden auch Contractionswülste weit über die Reizstelle hinaus an der Stammseite bemerklich. Reizen wir Punct C, so bildet sich nach und nach ein Contractionszustand am ganzen Stamm aus; die Zweige c und b krümmen sich distalwärts, Zweig f dagegen proximalwärts ein, während der der Reizstelle so benachbarte Ast d noch immer seine ursprüngliche Lage beibehält.

Die hier kurz geschilderten Versuche sind von mir in großer Anzahl sowohl mit Essigsäureapplication wie mit mechanischen Reizen (Quetschen mit der Pincette, Einstechen von Nadeln), sowohl in Suakim wie in Massaua ausgeführt und lieferten bald mehr, bald weniger zufriedenstellende Resultate. Was ich für sicher erachte, ergibt sich aus den mitgetheilten Beobachtungen zur Genüge, und aus diesen schließen wir:

1. Sämmtliche Theile des Xenienstockes sind mit contractilem Gewebe versehen. Die Contractionen werden von einem gangliösen Nervengeflechte direct ausgelöst resp. vermittelt, welches ziemlich oberflächlich in den Aesten, dem Stamme und der Fußplatte ausgebreitet ist.

2. Das gangliöse Nervengeflecht ist in den als Stützapparat fungirenden Theilen der Colonie (Zweige, Stamm, Fußplatte) weit dürftiger entwickelt als in der Mundscheibe und den Tentakeln der Polypen. Sein Einfluß tritt am Stamme besonders an solchen Stellen deutlicher hervor, welche unterhalb der abgehenden Zweige liegen, und hier müssen sich größere Ganglienanhäufungen befinden. Letzteres Verhalten erklärt uns auch, warum Effecte so gut wie ausschließlich nur oberhalb der Reizstelle und nicht auch basalwärts von derselben zu Stande kommen.

3. Bei Reizungen eines Punctes am Stamm erfolgt die Fortleitung der Erregung der Querrichtung nach besser als basalwärts; hieraus schließen wir auf die Anwesenheit von Queranastomosen im Gangliengeflechte.

Ich habe versucht, die Ergebnisse meiner Versuche und die Vorstellungen, zu denen eine zeitgemäße Erklärung derselben nothwendig führen muß, in Fig. 3 mit zur Anschauung zu bringen. Nur das gangliöse Nervengeflecht ist (mit blauer Farbe) in die Contouren des Stockes eingetragen; die entsprechend verlaufenden contractilen Faserzüge sind fortgelassen und, da ich die Zeichnung weder unnöthig compliciren noch Hypothetisches in sie hineintragen wollte, ist auch eine Trennung von sensibelen und motorischen Leitungsbahnen unterblieben. Damit die Bezeichnungen der einzelnen Theile der Colonie nicht mißverstanden werden können, sind dieselben auf der Figur mitberücksichtigt. Das Uebrige ergibt sich aus der speciellen Tafelerklärung auf S. 76.

Schließlich noch einige Bemerkungen über die wirklich überraschenden Angaben, welche *C. Keller*[1]) hinsichtlich der Contractionen bei den Xenien veröffentlicht hat.

An der Xenia fuscescens aus dem Canale von Suakim beobachtete *Keller* Folgendes:

[1]) *C. Keller*, a. a. O., S. 666.

„1. Der Rand der Mundscheibe und die gefiederten Tentakeln führen rhythmische Bewegungen aus und klappen regelmäßig zusammen, um sich unmittelbar darauf wieder auszubreiten. Diese Contractionen erinnern augenfällig an die Schirmcontractionen der Medusen."

„2. Der Rhythmus der Contraction stimmt annähernd in der Zahl mit den Schirmcontractionen der Medusen überein. Bei der Aurelia des Rothen Meeres zählte ich 40 Schirmcontractionen, bei Xenia fuscescens 30 Tentakelcontractionen in der Minute."

„3. Die Contractionen der Tentakeln und des Peristomrandes sind bei den einzelnen Individuen eines Xenienstockes nicht synchronisch, sondern gänzlich unabhängig in ihrem zeitlichen Verlauf."

„4. Die Contractionen nehmen auch dann noch ihren ungestörten Fortgang, wenn man das Mauerblatt bis an die Tentakelbasis heran mit der Scheere abträgt."

„5. Beim Durchschneiden der einzelnen Polypen durch eine Längsebene ziehen sich die beiden Hälften unabhängig weiter zusammen."

Auf Grund „dieser physiologischen Experimente, bei denen die stärkere oder geringere Beleuchtung gar keinen Einfluß ausübt", glaubt *Keller* „den Schluß ziehen zu dürfen, daß auf dem Peristom, wahrscheinlich am Rande und in der Nähe der Tentakelbasis motorische Nervencentra vorhanden sind, welche die genannten Contractionen auslösen", und da weder Lichtreize von verschiedener Stärke noch mechanische Reize eine fühlbare Beschleunigung oder eine Verlangsamung im Rhythmus herbeiführten, ist die Erregung dieser Nervencentren seiner Vermuthung nach automatischer Natur.

Als ich von *Keller*'s Versuchen ganz zufällig Kunde erhielt, befand ich mich in Suakim, und ein großer Theil meiner im Vorhergehenden mitgetheilten Ergebnisse war in Massaua bereits gewonnen. Es interessirte mich lebhaft die rhythmischen Contractionen selbst zu sehen, und da ich bei meinen vielen früheren

Experimenten von denselben durchaus nichts wahrgenommen hatte, so widmete ich den Xenienuntersuchungen in Suakim viel mehr Zeit, als ich in Massaua mir vorgenommen hatte. Mein Wunsch, den rhythmischen Verlauf der Contractionen bei Xenia zu sehen, gab unter anderem die Veranlassung ab, die auf S. 70 geschilderten Vorsichtsmaßregeln bei den Beobachtungen zu treffen. Trotzdem ich mich nun aber bemühte, die Xenien —, und es war ja dieselbe Varietät von dem nämlichen Standorte, an welcher *Keller* experimentirt hatte, — mehrere Stunden lang ruhig unter normalen Verhältnissen zu halten, trotzdem bei meinem mehr als fünfwöchentlichen Aufenthalte in Massaua und Suakim nur wenige Tage verstrichen, an denen nicht Xenien in Eimern und weiten Blechbehältern mich in meinem Zimmer umgaben, und sich mein Blick bei jedem Rundgange nothwendig auf dieselben richten mußte, so bin ich doch niemals so glücklich gewesen, von jenen, von *Keller* sogar gezählten rhythmischen Contractionen auch nur die leiseste Andeutung wahrzunehmen. Ich weiß nicht, wie man noch anders, als ich es that, die Versuchsbedingungen hätte variiren können, und glaube bei meinen Versuchen alle Fehlerquellen auf's Sorgfältigste ausgeschlossen zu haben; aber lediglich spontane und durch äußere Reize veranlaßte Contractionen vermochte ich an den Tentakeln und der Mundscheibe zu sehen. Möglicherweise haben die, gerade im Canalwasser von Suakim in so reichem Maaße vorhandenen suspendirten Partikelchen fester Stoffe, welche die Tentakeln irritiren, zu *Keller*'s Annahme rhythmischer Contractionen beigetragen, doch lauten seine Angaben zu bestimmt, als daß ich eine Erklärung unserer so different ausgefallenen Versuchsresultate überhaupt nur wagen könnte. Ich muß aber gestehen, daß mir auch der histologische Bau der Tentakelkrone eine Rhythmik in den Bewegungen, entsprechend den Schirmcontractionen der Medusen, für die Xenien höchst unwahrscheinlich werden läßt.

Erklärung der Tafel I.

Fig. 1 und Fig. 2. Schematische Darstellung der Reizversuche an Actinien.

I = künstliche Durchtrennungsfläche.
II = Tentakeln.
III = Mauerblatt.
IV = Fußplatte.

Die Buchstaben in den Figuren beziehen sich auf die Reizstellen.

Fig. 3. Schematische Ausführung der Anordnung des Gangliengeflechtes in einer Xeniencolonie.

I = Gefiederte Tentakeln (Fangarme) } Theile des Polypen.
II = Mundscheibe oder Peristom
III = Kelch (Mauerblatt)
IV = Zweige oder Aeste } Stützapparat.
V = Stamm oder Stiel
VI = Basaltheil der Colonie (Fußplatte)

Die kleinen lateinischen Buchstaben dienen zur Unterscheidung der einzelnen Zweige, die großen deuten dagegen die Reizstellen an.

Fig. 3a. Schema der Verzweigung des Gangliengeflechtes in der Tentakelkrone der Xenien.

Bei allen Figuren ist das gangliöse Nervengeflecht mit blauer Farbe eingezeichnet.

...ch Anst. v. A. Giltsch, Jena.

Neue Thatsachen für eine vergleichende Physiologie der Phosphorescenzerscheinungen bei Thieren und bei Pflanzen.

Die für meine Vergleichend-physiologischen Vorträge in Aussicht gestellte Bearbeitung des thierischen Lichtes verpflichtet mich schon seit Jahren, der umfangreichen Literatur über diesen Gegenstand eine besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Durch die vortrefflichen Aufsätze von *Ehrenberg*[1]), *H. Milne Edwards*[2]), *Panceri*[3]) und *Pflüger*[4]) ist jedem spätern Compilator ein großer Theil der Arbeit abgenommen; aber dennoch ist eine kritische Sichtung nur bei gewissenhafter Benutzung aller dieser zusammenfassenden Schriften möglich, und auch Lücken bleiben bei den Betrachtungen offen, welche wohl unschwer hätten ausgefüllt werden können. Derartige Mängel, an denen unser diesbezügliches Wissen leidet, schienen mir unter anderen folgende zu sein.

Die Ansicht, daß es sich bei dem Leuchten der Thiere ebenso wie bei dem Leuchten pflanzlicher Organe um einen Lebensact handele, daß dieses an die Gegenwart lebender, sei es eigener

[1]) *Ehrenberg*, Abhandl. der k. Academie der Wissensch. zu Berlin. Aus dem Jahre 1834. S. 411—575.

[2]) *H. Milne Edwards*, Leçons sur la physiol. et l'anat. comp. T. 8. Paris. 1863. p. 93—120.

[3]) Vgl. *P. Panceri*'s zusammenfassende Arbeit in den Ann. d. scienc. nat. Zoologie. Sér. 5. T. 16. 1872. Article Nr. 8.

[4]) *E. Pflüger*, Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 10. 1875. S. 275—300 und Bd. 11. 1875. S. 222—263.

oder parasitärer Gebilde gebunden ist, hat unter den scharfsinnigsten und sorgfältigsten Beobachtern allezeit die meisten Anhänger gefunden; die Einen verglichen das thierische Leuchten mit der Bildung der thierischen Wärme *(Corradori)*, Andere mit der Entwicklung thierischer Electricität *(Ehrenberg, Kölliker, Panceri)*, und speciell *Pflüger*, welcher Gewicht auf die nachgewiesene Reizbarkeit der leuchtenden Substanz legt und diese für Protoplasma anspricht, bezeichnet die thierische Phosphorescenz als leuchtende Respiration, bedingt durch einen Verbrennungsproceß.

Die für die Auffassung der thierischen Lichtentwicklung als vitalen Vorgang vorgebrachten Gründe haben indeß nicht verhindern können, daß selbst noch bis in die letzten Jahre hinein von gewissen Seiten an der Vorstellung, das Leuchten beruhe auf einer Insolation oder auf einer Verbrennung selbstentzündlicher Substanzen, festgehalten wurde. Während sich aber einige Forscher noch immer nicht zu entschließen vermochten, die thierische Phosphorescenz als einen Lebensact anzuerkennen, muß andererseits ich gestehen, daß die von *Pflüger* in so geistreicher Weise entwickelten Gründe für die protoplasmatische Natur der Leuchtmaterie mir wegen der vielen widersprechenden Beobachtungen anderer Autoren nicht bindend genug waren.

Kölliker[1]) hatte es seiner Zeit für besonders interessant gehalten, daß das Leuchten der Lampyris unter der Einwirkung „nervenlähmender Narcotika“ (Blausäure, Coniin) auf immer und rasch verloren gehe. „Die Leuchtorgane“, sagt *Kölliker*, „sind nervöse Apparate, die ihre nächsten Analoga in den electrischen Organen finden möchten. Alle Nervenreize bringen Leuchten hervor, und die Mittel, welche die Nervenleistungen vernichten, wirken auch hier schädlich.“ Mit Ausnahme von *Pflüger* selbst,

[1]) *A. Kölliker*, Verhandl. der med.-physik. Gesellsch. zu Würzburg. Bd. 8. 1857. S. 217—224.

welcher das charakteristische Protoplasmagift, Chinin, auf leuchtende Schizomycetenformen angewendet und hier auch den gewünschten Effect erzielt hat[1]), sind sämmtliche toxicologischen Versuche weder für noch gegen die Protoplasmatheorie zu verwerthen. Alle positiven Angaben beschränken sich auf eingetretene Behinderung oder Vernichtung des Leuchtvermögens durch die Anästhetika, also durch Stoffe, welche nach kürzerer oder längerer Zeit die sämmtlichen thierischen Gewebe außer Action setzen, und eine pharmakologische Sonderung der Gifte hat bei den meisten Untersuchern der Phosphorescenzerscheinungen noch keinen Eingang gefunden. So zieht z. B. *H. v. Wielowiejski*[2]) aus älteren negativen Befunden, zu welchen *Owsjannikow* bei Versuchen mit Curare, Strychninnitrat und Calabarbohnenextract gelangt war, für die Lampyriden den Schluß, „daß das Leuchten noch lange über den Tod der Zellen fortdauere und deshalb als nur eine secundäre Erscheinung scharf von den Lebensvorgängen zu trennen sei". Er ahnt dabei kaum, was für physiologisch grundverschiedene Wirkungen Gifte zu entfalten vermögen und wie ungeeignet die von *Owsjannikow* gewählten Alkaloide für Versuche sind, um derartige Schlüsse, welche *v. Wielowiejski* aus den Versuchsergebnissen zieht, irgendwie zu rechtfertigen.

Unter diesen Umständen war es gewiß kein überflüssiges Unternehmen, genau zu prüfen, was von der gerühmten Unwirksamkeit der Gifte auf die Leuchtorgane zu halten ist, ob die protoplasmatischen Gifte, vor allen das Chinin, thatsächlich energischer auf dieselben einwirken als die specifischen Nerven- oder Muskelgifte, und in welchem Grade die Leuchtorgane verschiedener Organismen bezüglich ihres Verhaltens gegen Chinin, Veratrin, Nicotin, Strychnin etc. unter einander abweichen. Eine Untersuchung dieser Verhältnisse war um so mehr am Platze,

[1]) *E. Pflüger*, Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 11. 1875. S. 230.

[2]) *H. v. Wielowiejski*, Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 37. 1882. S. 410.

da eine schleimige Materie, in dem Umfange wenigstens wie *Pflüger* annimmt[1]), und welche er als Sporen von Meeresschizomyceten auffaßt, in den von mir besuchten Meeren (Nordsee, Mittelländisches und Rothes Meer) nicht zu finden war; die Angaben aus der Literatur, welche *Pflüger* für seine Annahme verwerthete, werden eher in der *Ehrenberg*'schen Weise[2]) als in derjenigen der Autoren zu deuten sein.

Rud. Virchow hat gefunden, daß eine zur Ruhe gekommene Wimperbewegung durch den Zusatz schwacher Kali- oder Natronlösungen wieder zur Activität gelangt, während den Säuren durchgehends ein behindernder Einfluß auf die Flimmerbewegungen zukommt. Es ließ sich erwarten, daß auch nach dieser Richtung hin Thatsachen, welche für oder wider die Protoplasmalehre sprechen, zu gewinnen waren. Die einzigen klaren Angaben über die Wirkung der Alkalien und Säuren finden wir bei *Panceri*, dessen ausgezeichneten, leider noch immer viel zu wenig bekannten Abhandlungen ich nicht genug zu rühmen vermag. So bemerkt *Panceri*[3]) über Phyllirhoë bucephala Folgendes: „Alkohol und Aether lassen das Leuchten anfangs andauern, aber nach einigen Minuten vernichten sie es. Derselbe Effect ist zu erzielen, wenn Salmiakgeist, ja wenn Kalilauge angewendet wird. Befeuchtet man von sehr lebenskräftigen Individuen das Eine mit Schwefelsäure haltigem Wasser, ein Anderes mit Salpetersäure haltigem Wasser, so wird man bei Phyllirhoë ebensowenig als bei Pyrosoma auch nur das geringste Funkeln wahrnehmen.“ Die übrigen Untersucher haben die Wirkung der Alkalien und der Säuren nicht auseinander zu halten verstanden, eben nicht berücksichtigend, daß einem Reizzustande gewöhnlich ein Lähmungszustand nachfolgt.

---

[1]) *E. Pflüger*, Archiv f. d. ges. Physiol. Bd. 11. 1875. S. 243 ff.

[2]) *Ehrenberg*, a. a. O. S. 533—535.

[3]) *P Panceri*, a. a. O. S. 49.

Niemals ist fernerhin der nöthige Nachdruck darauf gelegt worden, daß das Licht bei den verschiedenartigen Leuchtthieren bei gar so differenten Temperaturen schwindet; in der Mehrzahl der Fälle bei 40—50° *C.*, bei Pyrosoma und Phyllirhoë gegen 60° *C.* und bei Pholas dactylus erst gegen 76° *C.* Ich[1]) habe bei einer anderen Gelegenheit angedeutet, daß die contractilen Substanzen durch eine Gerinnbarkeit bei 35—50° *C.* charakterisirt sind, und so war ein Theil jener Befunde der Vorstellung, daß es sich bei der Lichtentwicklung um Processe an contractilem Protoplasma **oder** an contractilen Geweben handele, keineswegs ungünstig. Der für viele Dinge mit einem so seltenen Scharfsinn begabte *de Quatrefages*[2]) hatte schon 1850 das Leuchten der Noctiluken für eine Begleiterscheinung der mechanischen Thätigkeit ihrer contractilen Gewebe erklärt. Er hatte beobachtet, daß die fadenförmigen Ausläufer der Sarkodemasse im Innern des Noctilukenkörpers oft freiwillig sich trennen, und am häufigsten sich alsdann gerade an solchen Theilungsstellen die zahlreichsten Funken zeigen. *Quatrefages* hatte zugleich wahrgenommen, daß beim Zerquetschen eines dieser Thierchen zwischen zwei Glasplatten die contractilen Fäden ebenfalls zerreißen, und daß dieser Trennungsact allemal von einer starken Lichtentwicklung begleitet ist. Zweifellos weist die Licht zerstörende Eigenschaft verhältnißmäßig niedriger Temperaturgrade auf eine eiweißartige Natur der Leuchtmaterie hin und ist der *Panceri*'schen Annahme einer photogenen fettartigen Substanz ebenso ungünstig als der eines durch Insolation zum Leuchten veranlaßten Stoffes oder eines unter gewissen Bedingungen bei Sauerstoffzutritt leuchtend werdenden Körpers nach Art des Phosphors und des flüssigen Phosphorwasserstoffes *(Spallanzani, Bernoulli, Fourcroy* und *Vauquelin, Jousset de Bellesme)*

[1]) Vergl.-physiol. Vorträge. Heft 5. Heidelberg. 1886. S. 378.

[2]) *A. de Quatrefages,* Ann. d. scienc. nat. Sér. 3. T. 14. 1850. pag. 270.

oder nach Art einiger Aldehyde und ihrer Derivate, der Choline, ätherischen Oele u. dgl. mehr *(Radziszewski)*.

Auf einen zweiten Punct wurde mein Interesse durch die Arbeit *Panceri*'s über das Leuchten der Pennatuliden[1]) gerichtet. Es ist als eine abgemachte Sache zu betrachten, daß bei den leuchtenden Lampyriden und Elateriden das Phosphoresciren unter normalen Bedingungen spontan von Statten geht, daß es dagegen bei den Pennatuliden und Noctiluken ausnahmslos eines äußeren Reizes bedarf, damit die Thiere leuchtend werden, und daß bei Hutpilzen z. B. bei Agaricus olearius das Licht sich stunden-, ja tagelang constant zu erhalten scheint. Bei den mit Phosphorescenz begabten Coleopteren ist somit an einer Abhängigkeit der Leuchtvorrichtungen vom Nervensysteme nicht mehr zu zweifeln, und ebenso bestimmt dürfen wir bei dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft die Existenz eines solchen Abhängigkeitsverhältnisses für die leuchtenden Schizomyceten in Abrede stellen. Trotzdem es auch bei den Pennatuliden stets äußerer Reize bedarf, um sie zum Leuchten zu bewegen, so sollen sich doch bei ihnen nach *Panceri*'s Auseinandersetzungen die Leuchtorgane ebenfalls durch Nerven mit einander in Verbindung befinden; Leitungsfäden sollen zwischen den allein leuchtenden Polypen und Zooïden (rudimentäre Polypen) ausgespannt sein, welche, entsprechend der gereizten Stelle, die sensible Erregung bald apicalwärts, bald basalwärts weiter befördern. *Panceri* hat sogar die Geschwindigkeit, mit welcher die Fortleitung eines Leuchtimpulses geschieht, genau gemessen. Er fand, daß (bei einem Reizintervall von 0.8 Secunden) die Zeit, welche ein von dem Basalende des Schaftes aufsteigender Erregungsstrom gebraucht, um bis an die Spitze zu gelangen, bei Pennatula rubra mindestens 1.2 Sec., höchstens 3.2 Sec., im Mittel

[1]) *P. Panceri*, Gli organi luminosi e la luce delle Pennatule. Atti d. r. acad. d. scienze fis. e matem. Vol. 5. N. 10. 1871.

2.2 Sec. und bei Pennatula phosphorea mindestens 1.2 Sec., höchstens 2.8 Sec., im Mittel 2 Sec. betrug. Die Geschwindigkeit, mit der ein Reiz die Axe abwärts fortgepflanzt wurde, war bald kleiner, bald größer als bei dem aufsteigenden Strome; in einem Falle betrug sie bei Pennatula rubra 4 Sec. Da die Pennatulidenaxe durchschnittlich 0.1 mtr. in der Länge mißt, so würde der Lichtstrom im Mittel 20 Sec. gebrauchen, um die Strecke von 1 mtr. zurückzulegen.

Diese Beobachtungen ließen *Panceri* auf Nervenstränge schließen, welche er gleich *Kölliker* in blassen, zarten, durchsichtigen Fäden, die in die kleinen Fächer und in die Muskeln der Polypen eintreten, gefunden zu haben glaubte. Die Richtigkeit dieser Deutung vorausgesetzt, würden uns die Pennatuliden das eclatanteste Beispiel für eine doppelsinnige Nervenleitung bieten.

Ohne gangliöse Apparate war bei *Panceri*'s Annahme eine Uebertragung sensibler Reize auf die Leuchtorgane nicht wohl denkbar, und ich nahm mir deshalb vor, die von mir wiederholt erprobte Methode der combinirten Vergiftung auch an den Pennatuliden zu versuchen. Was nun die Resultate dieser, durch die aufopfernden Bemühungen meines lieben und hochverehrten Herrn Collegen *Marion* in Marseille ermöglichten Untersuchungen sind, wollen wir zuerst erfahren.

I. Die physiologischen Eigenthümlichkeiten des Leuchtvermögens bei Pteroïdes griseum *L.*

Um über vollkommen vergleichbare Resultate zu verfügen, beschränke ich mich im Folgenden darauf, ausschließlich solche Versuche mitzutheilen, welche an einem und demselben, sehr empfindlichen Exemplare von Pteroïdes griseum und zwar zu annähernd gleicher Zeit ausgeführt wurden. Da den Pennatuliden jeder willkürliche Einfluß auf die Leuchtorgane abgeht, der ge-

sammte Mechanismus der Lichtentwicklung in den Einzelpolypen seinen Sitz hat, so würde es sinnlos gewesen sein, statt einzelner Blätter mit den Hauptzooïden ganze Seefedern den Vergiftungen auszusetzen.

Panceri hat sich ausführlich über die verschiedenen Zustände ausgesprochen, in welchen die Pennatulen zur Untersuchung gelangen können, und welche für die Ergebnisse der Versuche keineswegs gleichgültig sind. Seine Erfahrungen stimmen mit den meinigen überein, und ich gebe hier deshalb eine Uebersetzung der diesbezüglichen Sätze aus *Panceri*'s zusammenfassender Arbeit. „Wenn diese Zoophyten", so heißt es dort, „welche in Tiefen von 40 bis 100 Metern und mehr leben, der Tiefenregion entrissen und in ein Aquarium übergeführt werden, so sind sie einem derartig großen Wechsel in den Druckverhältnissen, der Temperatur, dem Salzgehalte des Meerwassers, ganz allgemein gesagt, in den äußeren Existenzbedingungen unterworfen, daß sie nach und nach bis auf's Doppelte ihres Volumens anschwellen. In einem solchen hydropischen oder in dem tetanischen Zustande, in welchen die Pennatulen bei mehrmaligem Angreifen und Betasten verfallen, oder drittens noch in einem andern Zustande, welcher als Ermattung zu bezeichnen und die unvermeidliche Folge eines längeren Aufenthaltes im Aquarium oder wiederholt an ihnen ausgeführter Versuche ist, sind die Gewebe unfähig die Impulse weiter zu leiten, und die Polypen reagiren alsdann nur, wenn sie direct und einzeln gereizt werden. Trifft es sich dagegen, daß man zu den Versuchen Thiere erhält, welche soeben erst aus dem Meere heraufgezogen und somit noch nicht hydropisch geworden sind, oder solche, bei denen der Hydrops schon wieder stark abgenommen hat, also kurz ausgedrückt, möglichst gesunde Individuen, so wird man in der Lage sein, überraschende Effecte zu beobachten, welche überdies eine große physiologische Tragweite besitzen. Wenn man nämlich eine unter

derartig günstigen Bedingungen stehende Pennatula an irgendeiner Stelle betastet, so erzeugt man unter allen Umständen ein Funkeln an den polypentragenden Rändern, ein Kommen und Verschwinden kleiner Flämmchen, gleichsam als ob das Licht von dem Finger oder von dem Gegenstande, welcher den Polypen berührt, jetzt auf diesen, im nächsten Augenblick wieder auf jenen überspränge. Berührt man aber vorsichtig und reizt methodisch, so erhält man regelmäßig verlaufende Lichtstraßen; wie wenn der eine der kleinen Polypen die anderen entzündete, und die Polypen des einen Zweiges ihr Licht auch denen auf den nachfolgenden Zweigen mittheilten.“ Ueber ein in dieser Weise äußerst günstiges, eben dem Meeresboden entnommenes Exemplar verfügte ich bei meinen Untersuchungen.

Die von mir in Anwendung gezogenen Stoffe lassen sich hinsichtlich ihrer Wirkung auf die Leuchtorgane von Pteroïdes griseum in vier Reihen gruppiren. Der ersten Gruppe fallen die Stoffe anheim, welche (gleich anhaltend mechanischen Reizen) ein Leuchten hervorrufen und dasselbe auffallend lange (Minuten hindurch) beständig werden lassen. Die zweite Gruppe setzt sich aus den Substanzen zusammen, welche sehr vorübergehend als Reize wirken, um alsbald behindernd oder zerstörend auf das Leuchtvermögen einzugreifen. Der dritten Gruppe ordnen wir die Stoffe bei, welche, ohne irgend eine Reizwirkung auszuüben, das Leuchtvermögen nach kürzerer oder längerer Einwirkung aufheben, und die vierte Gruppe wird aus den Stoffen gebildet, welche sich den Leuchtorganen gegenüber als passiv verhalten. Wie überall in der Natur, so ist auch in diesem Falle die strenge Abgrenzung der einzelnen Gruppen ein Unding, doch empfiehlt sich deren Aufstellung der Uebersichtlichkeit wegen und aus anderen, mehr praktischen Gründen.

Zu den Stoffen, welche an Pteroïdes griseum ein andauerndes Leuchten hervorrufen, zählen, wie die nachstehenden

Versuchsprotocolle lehren: 1. Strychnin, 2. Veratrin, 3. süßes wie destillirtes Wasser, 4. Chloroform, 5. Kaliumcholat und 6. Temperaturen, welche hoch in den 30er Graden liegen. Die Alkalien (Kali, Natron, Ammoniak) werden dieser Abtheilung ebenfalls anheimfallen, doch fehlen die Notizen, welche eine Controlle meiner diesbezüglichen Versuche möglich machen.

I. Versuche mit Strychninnitrat; ca. 1 gr. gelöst in 100 cbc. frischen Meerwassers. Die Vergiftungen sind mit den auf der folgenden Seite beschriebenen Veratrinversuchen sowie mit den auf S. 97 beschriebenen Nicotinvergiftungen gleichzeitig angestellt.

11 h. 50 min. wird ein Polypen tragendes Blatt in die Strychninlösung eingesetzt. Das Stück beginnt sofort zu glühen, und das Leuchten erhält sich unausgesetzt mehrere Minuten. 2 h. 50 min. erweisen sich die Polypen als durchaus unempfänglich für mechanische Reize.

3 h. 10 min. wird ein Blättchen in eine neue Portion der Strychninnitratlösung gebracht. Das sich einstellende Leuchten dauert wiederum mehrere Minuten an; 3 h. 50 min. ist die Empfänglichkeit für tactile Reize bereits merklich gesunken, doch gelingt es noch 5 h. 15 min. durch Reiben mit dem Finger Leuchten hervorzurufen. Durch eine 0.7%ige Veratrinlösung wurden zu dieser Zeit an einem Theilstückchen des Blattes nur spärliche Fünkchen ausgelöst, ein anderes, in destillirtes Wasser gelegt, noch zu lebhaftem Leuchten veranlaßt.

Fortgesetzte Versuchsreihen boten nichts Neues; es lag außerhalb meiner Absichten, die für ein vollständiges Erlöschen der Leuchtkraft erforderliche Dauer der Strychnineinwirkung festzustellen; jedenfalls beträgt dieselbe mehrere Stunden.

II. Versuche mit Veratrin. Unter geringem Essigsäurezusatze wird 1 gr. des reinen Alkaloides in 300 cbc. frisch geschöpften Meerwassers gelöst.

11 h. 50 min. werden ein größeres und ein kleineres Zweig-

stück in zwei separirte, mit der Veratrinlösung gefüllte Gefäße gebracht. Die Vergiftungssymptome verlaufen in beiden Fällen gleichsinnig und ähneln sehr dem Bilde der Strychninwirkung. In der Veratrinlösung erfolgt allgemein ein lebhafteres und anhaltenderes Leuchten als in den Strychninflüssigkeiten, woraus auf eine durch ersteres Alkaloid hervorgerufene stärkere Erregung geschlossen werden darf. 2 h. 50 min. reagiren die dunkel gewordenen Stücke auf Druck und Friction wie völlig normale. Blättchen, welche über 3 Stunden in der Veratrinflüssigkeit verweilt hatten und in dieser von selbst nie wieder leuchtend wurden, geriethen sogleich in's Glühen, als sie in strychnisirtes Meerwasser übergeführt wurden. Wir sehen hierin den Beweis, daß das Veratrin als Reizmittel in einer wesentlich anderen Weise auf die Leuchtmaterie einwirkt als das Strychnin.

Andere Versuche lieferten nämliche Resultate.

III. Versuche mit destillirtem Wasser.

3 h. 20 min. werden mehrere einzelne Blätter in separirte, mit destillirtem Wasser gefüllte Gläschen gesetzt. Das dabei erzeugte Leuchten ist so stark und anhaltend, wie es in strychnisirtem oder veratrinisirtem Meerwasser niemals zur Beobachtung gelangt. 3 h. 35 min. ist der Lichteffect noch sehr bedeutend; erst 3 h. 45 min. schwächt sich derselbe mehr und mehr ab, um zwischen 3 h. 55 min. und 4 h. zu erlöschen. Bald darauf (gegen 4 h. 5 min.) sterben die Stücke gänzlich ab und sind alsdann durch kein Mittel mehr zum Leuchten zu veranlassen.

IV. Versuche mit Meerwasser, welches mit Chloroform gesättigt wurde.

Beginn des Versuches 3 h. 56 min. Die Polypen werden phosphorescirend und bleiben leuchtend ca. 5 Minuten lang; doch ist 4 h. die Lichtentwicklung bereits sehr schwach. 4 h. 10 min. ist die Leuchtmaterie noch druckempfindlich, 4 h. 50 min. indessen nicht mehr, obwohl die Polypen zu dieser Zeit in veratrini-

sirtem Meerwasser wie in destillirtem Wasser wieder leuchtend werden. Drei andere Pteroïdesblätter am nächsten Morgen in das Chloroformwasser gesetzt, reagiren nach einer halben Stunde weder auf Druck noch auf Reiben, wohl aber auf die Einwirkung von destillirtem Wasser. Durch eine längere Aufbewahrung in frisch geschöpftem Meerwasser ließen sich die durch ein $^1/_2$stündiges Liegen in dem Chloroformwasser verursachten Schäden nicht rückgängig machen.

In weiteren Versuchen fanden diese Ergebnisse nur eine Bestätigung; es zeigte sich ausnahmslos, daß die der Chloroformeinwirkung ausgesetzten Polypen nach Ablauf einer halben Stunde nicht mehr durch tactile Reize, wohl aber durch destillirtes Wasser zum Leuchten zu bewegen waren, und daß diese schweren Folgen der Chloroformvergiftung auf keinem Wege wieder aufzuheben sind.

V. Versuch mit einer concentrirten Kaliumcholatlösung in Meerwasser.

3 h. 32 min. beginnt der Versuch, und die Stücke erhalten sich leuchtend bis 3 h. 45 min., zu welcher Zeit das Leuchten schon beträchtlich abgenommen hat, um bald darauf ganz zu erlöschen. 4 h. 10 min. reagiren die Polypen weder auf Reiben noch auf destillirtes Wasser.

VI. Erwärmungsversuche in destillirtem Wasser, in reinem resp. in vergiftetem Meerwasser[1]).

Eine der energisch erregenden Eigenschaft des süßen oder destillirten Wassers entsprechende Reizwirkung ist nur Temperaturerhöhungen eigen, welche sich von 38° *C.* nicht nennenswerth

[1]) Zu den Versuchen dienten mehrere dem Physiologischen Institute der Universität Jena entliehene *Zeiß*'sche Normalthermometer, bei denen durch das angewandte Glas die bei gewöhnlichen Thermometern oft recht erheblichen Fehlerquellen auf lim. Null herabgesetzt, und welche kurz vor meiner Abreise durch Herrn Mechanikus *W. Haak* sorgfältig revidirt worden waren.

entfernen. Bei Bestimmungen desjenigen Minimaltemperaturgrades, welcher ein momentanes Aufhören des Leuchtvermögens zur Folge hat, kommt es zu sehr auf den Modus an, in welchem die Erwärmung successive gesteigert wird, als daß eine absolute Genauigkeit in diesem Puncte überhaupt zu erzielen wäre. Erhitzt man, wie ich gethan, eine Wassermasse von ca. 1200 cbc. in einem 17 ctm. hohen und 11 ctm. breiten Becherglase direct über der etwa 1.5 ctm. langen, nicht leuchtenden Flamme eines *Bunsen*'schen Brenners, indem man Sorge trägt, daß das mit dem Wasser zugleich erwärmte, in der Nähe der Thermometerkugel und ca. 5 ctm. über dem Boden des Gefäßes frei schwebende Stück des Pteroïdeszweiges an keiner Stelle mit dem Glase in Berührung tritt, so wird man Folgendes beobachten.

Das Pteroïdesblättchen wird durch einen Faden, welcher unten einen feinen Angelhaken trägt, in destillirtem Wasser schwebend erhalten und mit diesem langsam erwärmt. Wegen des intensiveren Leuchtens, welches destillirtes Wasser gegenüber dem Meerwasser veranlaßt, treten die Effecte des Erwärmens bei dieser Versuchsanordnung am deutlichsten hervor. Bis nahezu 38° *C.* bleibt das Licht so stark, als es anfänglich war, dann (bei 38° *C.*) beginnt es noch an Intensität zu steigen, aber bereits bei 39° *C.* macht sich eine Abnahme bemerklich, bei 39.5° *C.* ist die Leuchtkraft sehr geschwächt und bei genau 40° *C.* das Blättchen total dunkel. Die Flamme wurde ausgelöscht, die Temperatur des Wassers stieg nachträglich auf 40.5° *C.*, erhielt sich dort wenige Secunden, und als das Blättchen nach 5 Minuten aus dem Wasser genommen und auf seine Reizbarkeit geprüft wurde, erwies es sich als abgestorben.

Ich habe den Versuch fünfmal mit dem gleichen Ergebnisse wiederholt und den Temperaturgrad allemal genau bestimmt, bei welchem das Licht exstingirt wurde. Diesem entsprach in Versuch:

1) 39.7° *C.*
2) 39.9° *C.*
3) 40.1° *C.*
4) 39.8° *C.*
5) 39.7° *C.*

Als Mittel aus den sechs Versuchen ergibt sich, daß der Exstinctionspunct bei 39.9° *C.* liegt.

Statt in destillirtem Wasser wird jetzt die Erwärmung in reinem Meerwasser vorgenommen; die Polypen erscheinen, da jede äußere Reizeinwirkung fehlt, dunkel.

Gegen 28° *C.* beginnen an den tiefer eingesenkten Randzonen des Blättchens, also an Puncten, welche der aufsteigenden heißen Wassersäule am meisten exponirt liegen, einige Fünkchen aufzublitzen, jedoch ist bei 30° *C.* das Leuchten noch kein gleichmäßiges und andauerndes geworden; letzterer Effect wird erst bei 34° *C.* erreicht, und derselbe hält bis 39° *C.* an. Bei 39.5° *C.* läßt sich eine erhebliche Lichtabnahme constatiren und bei 40.5° *C.* ist alles Leuchten verschwunden. Nach einer nur wenige Secunden unterhaltenen Erwärmung auf 40.5° *C.* stellt sich das Leuchten auf Reiben wieder ein; wurde aber das Blättchen nur vorübergehend auf 41.5° *C.* temperirt, so kehrte die Phosphorescenz weder auf Reiben noch nach dem Befeuchten mit destillirtem Wasser zurück. Bei drei anderen Versuchen ergab sich:

	Exstinctions-punct.	Absterbe-punct.
1.	40.3° *C.*	41° *C.*
2.	40.6° *C.*	41.6° *C.*
3.	40.5° *C.*	41.2° *C.*

Aus den unter sich gut übereinstimmenden Ergebnissen der beiden Versuchsreihen (1. der Erwärmungen, welche in destillirtem Wasser vorgenommen und 2. der Erwärmungen, welche in reinem

Meerwasser ausgeführt wurden) ersehen wir, daß sich an den Pteroïdesblättchen der Exstinctions- wie der Absterbepunct in der Umgebung von destillirtem Wasser ausnahmslos tiefer stellt als in der Umgebung von Meerwasser. Es ist somit klar, daß das destillirte Wasser Uebelstände mit sich bringt, welche in dem normalen Medium erst bei einer höheren Temperatur bemerkbar werden; möglicherweise haben wir in dieser destillirten Wasserwirkung aber keine directe Schädigung der vitalen Actionen, sondern nur einen Specialfall der uns aus der physiologischen Chemie geläufigen Gesetzmäßigkeit zu erblicken, daß Eiweißkörper in salzarmen Flüssigkeiten bei niederer Temperatur coaguliren als in salzreicheren [1]).

Wenn sich an der Erreichung eines vitalen Effectes mehrere Gewebe oder verschiedene Organelemente betheiligen, so ist eine mehr oder weniger große Aussicht vorhanden, daß es durch eine geschickte Auswahl von Substanzen gelingt, vom Centrum zur Peripherie Schritt für Schritt vorwärts zu schreiten und einen integrirenden Bestandtheil des Apparates nach dem anderen durch einen geeigneten Stoff erst in einen Reizzustand zu versetzen, alsdann durch ein anderes Gift zu lähmen und so seine Dienstleistung dem Gesammtmechanismus zu entziehen. Die Hitze ist das sicherste Mittel, einen lebenden Organtheil total functionsunfähig zu machen, ihn radical zu tödten. Verschiedene Organelemente beanspruchen aber nach allen Erfahrungen, welche darüber vorliegen, oft sehr ungleiche Hitzegrade, um ihre Thätigkeit einzustellen, und es wären, wenn nicht gerade die contractilen Gewebe, sondern vielmehr die Ganglienzellen die bei niedrigster Temperatur coagulirenden Eiweißstoffe enthielten, sicherlich alle Chancen geboten, durch einfaches successives Erwärmen (in ebenso eleganter Weise als es durch eine combinirte Vergiftung an dem Farbenwechselapparate der Eledone moschata gelingt) einen

[1]) Vgl. diese Studien. 2. Reihe. 1. Abth. Heidelberg. 1882. S. 114 ff.

Theil nach dem anderen aus der Nervenverknüpfung auszuschalten, ohne zugleich den Schlußeffect irgendwie zu beeinträchtigen. Bei den Thieren (z. B. bei Pholas dactylus), deren Leuchtorgane erst über 70° *C.* ihre Function einstellen, könnte (vorausgesetzt, daß sich an dem Vorgange thatsächlich mehrere Gewebe betheiligen) ein fractionirtes Erwärmen zu ungeahnten Aufschlüssen führen[1]). Bei Prüfungen in dieser Richtung würde so verfahren werden müssen, daß verschiedene größere Stücke ungleich hoch erwärmt werden und an diesen festgestellt wird, ob ein oder die andere Giftwirkung, welche an normalen Stücken eintritt, zum Ausfall kommt. Für Pteroïdes griseum hingegen war schon durch die mitgetheilten Ergebnisse jede Möglichkeit ausgeschlossen,

---

[1]) Wichtig und viel versprechend sind für Versuche in dieser Richtung einige Angaben von *Raphael Dubois* (Bull. de la Soc. zool. de France. Vol. 11. Paris. 1886. p. 143 u. 146). Der thätige Untersucher der phosphorescirenden Elateriden brachte Glasröhren in eine Kältemischung und warf, als das Thermometer in den Röhren —15° *C.* anzeigte, rasch in ein jedes derselben einen Pyrophorus. Das Leuchten nahm unter dieser starken Abkühlung erheblich ab, verschwand aber nicht ganz; über 20 Minuten ließ sich die Lichtentwicklung wahrnehmen, obgleich die Insecten fest gefroren und zerbrechlich geworden waren. Wurden darauf die Gläser aus dem Kältegemisch herausgenommen, so stieg die Leuchtkraft rapide an und erreichte gegen —4° *C.* den mittleren Grad der Helligkeit. Die Insecten selbst waren durch die Kälte getödtet, und ihre Muskeln reagirten nicht mehr auf electrische Reize.

Ein anderer Pyrophorus wurde in einem Röhrchen langsam auf 47° *C.* erhitzt. Das Insect wird sehr unruhig, seine Sensibilität bleibt die normale, aber es hat die Fähigkeit eingebüßt, selbst auf starke Reize hin, zu leuchten. Es wird aus dem Rohre herausgenommen, und sofort kehrt das Leuchtvermögen zurück. In das Rohr, dessen Temperatur jetzt auf 46.5° *C.* gesunken ist, zurückgebracht, erlischt das Leuchten von Neuem; das Thier wird in die freie Luft gesetzt, und die Phosphorescenz ist wieder da.

„Diese Beobachtung zeigt evident, daß (entgegen dem, was sich in einem Medium ereignet, dessen Temperatur auf nahezu 0° gefallen ist) bei 46 bis 47° *C.* Sensibilität wie Motilität erhalten bleiben können, ohne daß es spontan oder in Folge eines mechanischen Reizes zu einer Lichtentwicklung überhaupt kommt."

daß es auch hier gelingen werde, durch successives Erwärmen einem feineren Mechanismus der Leuchteinrichtung auf den Grund zu kommen[1]). Nicht zu diesem Zwecke, sondern lediglich um zu erfahren, ob einige, auf das Leuchtvermögen nicht unwirksame

[1]) Bei den Chromatophoren der Cephalopoden bestehen die gleichen ungünstigen Bedingungen für eine erfolgreiche fractionirte Erwärmung als bei Pteroïdes. Das zeigen folgende an einem lebenden Octopus vulgaris, in frisch geschöpftem Meerwasser, angestellten Versuche.

Ein Hautstück wird langsam auf 41° *C.* erhitzt und eine Minute lang bei dieser Temperatur gehalten. Eine Mittelfärbung, weder ein ausgesprochenes Grünweiß noch ein ausgesprochenes Braun, hat sich eingestellt, welche durch Nicotin wie durch electrische Ströme zu verdunkeln, durch Strychnin wie Kampher aufzuhellen ist. — Ein anderes Hautstück wird in dem Wasser bis auf 39.5° *C.* temperirt und 5 Minuten darin liegen gelassen. Während dieser Zeit sinkt die Temperatur auf 39° *C.* Die braun gewordene Haut hellt sich beim Bestreuen mit Kampherpulver sowie in Meerwasser, welches mit Strychninnitrat oder Atropinsulfat versetzt ist, auf, und die alsdann hell gewordenen Stellen färben sich bei electrischer Reizung sofort wieder braun. — Ein drittes Hautstück wird mit dem Meerwasser genau bis 43° *C.* erwärmt. Nachdem das Stück 5 Minuten in dem so hoch temperirten Wasser zugebracht hat, ist dessen Wärmegrad auf 42.6° *C.* gesunken. Die Haut hat sich braun gefärbt, und da weder durch Atropin und Strychnin, noch durch Kampher irgend ein wahrnehmbarer Effect zu erzielen ist, müssen wir schließen, daß alle contractilen Gebilde durch die Erwärmung functionsunfähig geworden sind.

Mit einem abgetrennten ganzen Arme wird ähnlich wie bei dem ersten Versuche verfahren, doch wird der Arm, nachdem die Temperatur auf 41° *C.* gestiegen ist, 10 Minuten in dem erwärmten Meerwasser gelassen. Dabei sinkt die Temperatur in den ersten 3 Minuten von 41° *C.* auf 40° *C.*, in den letzten 7 Minuten auf 39.3° *C.* Sämmtliche Chromatophoren haben sich contrahirt, und an Theilstücken ist das dunkele Colorit weder durch Strychnin und Atropin, noch durch Kampher aufzuhellen; wie anzunehmen war, blieben auch die stärksten electrischen Ströme ohne Einfluß. Wir ersehen hieraus, daß es schon bei 41° *C.* gelingt, die contractilen Fasern sowie die protoplasmatische Masse *Klemensiewicz*'s zum Absterben zu bringen, vorausgesetzt, daß die Chromatophoren längere Zeit hindurch der Erwärmung ausgesetzt bleiben.

Weitere Versuche wurden an frisch abgetrennten Hautlappen ausgeführt, denen zuvor durch Gifte eine ganz bestimmte Färbung ertheilt worden war.

Alkaloide ähnlich dem destillirten Wasser den Exstinctions- wie den Absterbepunct ändern möchten, führte ich folgende Versuche aus.

Polypen tragende Pteroïdesstücke, von denen das eine zwei Stunden in einer 1%igen Strychninnitratlösung, das andere die nämliche Zeit in einer ca. 0.7%igen Veratrinlösung zugebracht hatte, werden in Meerwasser allmälig höher temperirt. Das Strychninstück wird bei 37° *C.* phosphorescirend und bleibt leuchtend bis etwa 40° *C.* Nach dem Erwärmen auf 40.5° *C.* leuchten beim Reiben nur noch vereinzelte Pünctchen auf, und als die Erwärmung bis 41° *C.* gesteigert wurde, bleiben alle Reizmittel, selbst destillirtes Wasser einwirkungslos. Das Veratrinstück wird erst bei 39° *C.* selbstleuchtend, bei 40° *C.* erlischt die Phosphorescenz, bei 40.5° *C.* reagiren die Polypen auf mechanische Reize noch besser als an dem strychnisirten Blatte, nach dem Erwärmen auf 41° *C.* ist aber auch an ihnen jede Spur von Erregbarkeit geschwunden.

So wird ein unter der Atropineinwirkung weiß gewordenes Hautstück 7 Minuten lang in Wasser gehalten, welches 42° *C.* zeigt. Die Chromatophoren sind in den Expansionszustand übergegangen und vollständig unempfindlich für Atropin, Strychnin, Kampher sowie für electrische Reize geworden. Ebenso verhält sich ein zuvor Kampherdämpfen ausgesetzt gewesenes Hautstück, welches 6 Minuten in Wasser verweilt hatte, das anfangs eine Temperatur von 42.5° *C.*, beim Abbrechen des Versuches eine solche von 42° *C.* aufwies. Blieb jedoch ein strychnisirtes Hautstück in Wasser, welches nur auf 40.5° *C.* temperirt worden war und während des Versuches sich auf 38.5° *C.* abgekühlt hatte, so war die entstandene Mittelfärbung noch durch electrische Reize in ein reines Braunschwarz, durch Kampher und Strychnin in ein grünliches Weiß umzuändern.

Durch Nicotin braun erhaltene Stücke behalten ihre Farbe beim Erhitzen bei und bieten bezüglich der Lähmung der contractilen Chromatophorenelemente dieselben Verhältnisse dar als unvergiftet gelassene oder mit irgend einem Gangliengifte resp. mit Kampher behandelte Hautstücke, indem nach einer minutenlangen Erwärmung auf 41° *C.* der Tod der contractilen Gebilde unausbleiblich ist.

Den Versuchsprotocollen über die Curarevergiftungen vorgreifend, reihe ich gleich diesen Angaben einige Bemerkungen über das Verhalten curarisirter Pteroïdespolypen beim Erwärmen an. Von dem benutzten *Merck*'schen Curare bedurfte es zur Lähmung beim Frosche außerordentlich minimaler Mengen; nachdem aber die Pteroïdespolypen 3 Stunden in einer verhältnißmäßig sehr starken Lösung dieses Curare (bereitet durch Verreiben von 1 gr. mit 100 cbc. Meerwasser) gelegen hatten, waren hervorstechende Veränderungen an ihnen kaum vorgegangen. Sie reagirten auf tactile Reize, auf destillirtes Wasser noch vortrefflich. Eines der Stücke wird in Meerwasser erwärmt. Bei nahezu 38° *C.* beginnt das Leuchten, welches von 39.5° *C.* ab an Intensität verliert, bei 40° *C.* aber noch ziemlich stark ist. Die Polypen erweisen sich noch druckempfindlich, als sie mehrere Minuten auf 40.7° *C.*, ja als sie einige Secunden auf 41.5° *C.* erwärmt worden waren; minutenlang letzterem Temperaturgrade ausgesetzt, hat das Leuchtvermögen aber aufgehört.

Diese Versuchsergebnisse lehren, daß eine so deutliche Herabsetzung des Exstinctionspunctes wie durch destillirtes Wasser weder durch Strychnin noch durch Veratrin zu erreichen gewesen ist. Das Curarestück verhielt sich beim Erwärmen durchaus normal, wie denn auch in allen Fällen der Absterbepunkt der nämliche war als bei den unvergifteten Polypen.

Unserer zweiten Gruppe, derjenigen also, welche die Lähmungsmittel mit vorausgehender, rasch schwindender Reizwirkung umfaßt, gehören an: 1. das Chinin, 2. das Morphin und 3. das Coffeïn.

VII. Versuch mit Chinin.

3 h. 32 min. werden die Polypen in eine 0.7%ige, neutral reagirende, salzsaure Chininlösung gesetzt; das dadurch verursachte Leuchten erlischt bald, und 3 h. 45 min. ist bereits eine Abnahme der Erregbarkeit auf mechanische Reize nachzuweisen.

4 h. 25 min. ruft Reiben noch Leuchten hervor, erst 5 h. 10 min. versagen die tactilen Reize wie das Veratrin ihren Dienst, während destillirtes Wasser die letzten vorhandenen Spuren des Leuchtvermögens auslöst. Die Wirkung des Chinins auf den Leuchtproceß ist demnach immerhin eine energische zu nennen.

VIII. Versuch mit Morphin.

4 h. 32 min. wird einer ohne Säurezusatz warm bereiteten, vollkommen neutral reagirenden salzsauren Morphinlösung (1 : 100 Meerwasser) ein Pteroïdesblättchen übergeben. Beim Eintauchen in die Flüssigkeit leuchten die Polypen stark auf, sogleich ist aber Alles wieder dunkel. Das Blatt wird mehrere Male aus der Morphinlösung herausgehoben; beim Berühren leuchtet es, beim Einsetzen in die Flüssigkeit steigert sich die Leuchtkraft momentan, sofort erlischt das Licht aber wieder. So geht es bis ungefähr 6 h. 20 min.; zu dieser Zeit hat die Erregbarkeit bedeutend gelitten, Reiben wie Veratrin veranlassen nur einen geringen Effect, destillirtes Wasser ruft dagegen noch ein anhaltendes lebhaftes Leuchten hervor.

Schwächer noch als beim Morphin ist an unserm Objecte die Strychninwirkung beim Coffeïn ausgebildet, und es könnte dieser Körper vielleicht mit demselben Rechte der dritten Abtheilung untergeordnet werden.

IX. Versuch mit Coffeïn.

Der Versuch nimmt seinen Anfang 4 h. 38 min. in einer 1%igen, ohne Zuthaten warm bereiteten Coffeïnlösung. Die Polypen leuchten plötzlich auf, dann wird und bleibt es ständig dunkel. Die Empfänglichkeit für mechanische Reize ist 5 h. 30 min. außerordentlich gesunken, obschon das Stück zu dieser Zeit in destillirtes Wasser übergeführt, nach wenigen Secunden wieder lebhaft zu leuchten beginnt.

Eine große Reihe von Versuchen hat mich gelehrt, daß der Essigsäure, dem Nicotin, Coniin und dem Curare ein lähmender

Einfluß auf die Leuchtvorrichtungen eigen ist, ohne daß es dabei zu einem vorausgehenden Reizzustande irgendwie kommt; nur einige, ausführlicher registrirte Versuche mit diesen Repräsentanten unserer dritten Gruppe sollen hier mitgetheilt werden.

X. Versuch mit Essigsäure.

Die 3 h. 20 min. in sehr verdünnte Essigsäure (2 Tropfen Acid. acetic. glac.: 60 cbc. Meerwasser) eingesetzten Pteroïdespolypen reagiren 4 h. 2 min. auf Reiben noch schwach, und 4 h. 30 min. ist jede Erregbarkeit an ihnen erloschen.

XI. Versuche mit Nicotin.

Die Nicotinstücke, welche von 11 h. 50 min. bis 2 h. 50 min. in der Giftlösung (2 Tropfen Nicotin: 45 cbc. Meerwasser) verweilt hatten, leuchteten auf Druck und Friction noch gut. 3 h. 10 min. wird ein polypentragendes Blatt in Nicotinwasser von derselben Concentration gesetzt. 4 h. 35 min. ist die Empfindlichkeit für Veratrin gleich der eines unvergiftet gelassenen Stückes, und erst nach stundenlanger Ausdehnung des Versuches tritt die lähmende Wirkung des Nicotins schlagender hervor.

XII. Versuch mit Coniin.

In Coniinwasser (4 Tropfen: 65 cbc. Meerwasser) gehaltene Polypenstücke gleichen denen, welche durch Nicotin vergiftet worden sind. — Beginn des Versuches: 4 h. 20 min. 6 h. werden tactile Reize noch prompt beantwortet und, in Folge dieser stark leuchtend geworden, dauert die Phosphorescenz in der Flüssigkeit länger an als z. B. in einer 1%igen salzsauren Morphinlösung. 6 h. 15 min. werden die in der Coniinlösung aufbewahrten Stücke durch sehr verdünntes Veratrinwasser noch stark erregt.

XIII. Versuche mit Curare.

3 h. 10 min. gelangt ein Pteroïdesblättchen in eine Curarelösung, welche durch Verreiben von 1 gr. *Merck*'schem Curare mit 100 cbc. frischen Meerwassers bereitet war. 3 h. 50 min. ist die Reaction auf Druck noch als eine normale zu bezeichnen,

und erst 4 h. 40 min. ist die Erregbarkeit so gesunken, daß von chemischen Reizmitteln nur destillirtes Wasser Leuchten hervorbringt.

Mehrere polypentragende Blätter, welche 2 bis 3 Stunden in einer solchen sog. 1%igen Curarelösung gelegen hatten, wurden von Veratrin- und Strychninlösungen ebenfalls nicht mehr irritirt, wohl aber durch destillirtes Wasser. Durch Schneiden oder Reiben verursachte Reize wirkten ausschließlich sehr local ein, die Fortleitung der Erregung war unterbrochen, und mit dem Aufhören des Reizes schwand das Leuchten sofort. Die Reactionsfähigkeit der curarisirten Stücke auf Druck und Friction erhielt sich bei sämmtlichen Versuchen ausnehmend lange; ich gewann den Eindruck, als ob sich dieselbe an abgetrennten Blättern in den Curarelösungen sogar besser conservirte als in frischem Meerwasser.

Diese Befunde sowie die von mir zuerst festgestellte Thatsache, daß das Curare bei Medusen und aller Wahrscheinlichkeit nach auch bei Actinien motorische Nervenendigungen lähmt, bestimmte mich, die Curarewirkung mittelst des allein entscheidenden Zweizipfelversuches auf die Leuchtorgane der Pennatuliden zu prüfen. Wegen der rasch eintretenden Behinderung der Fortleitung des photogenen Reizes erwies sich Pteroïdes griseum zu den Versuchen ungeeigneter als ein sehr lebenskräftiges Exemplar von Veretillum cynomorium *Pall.* Letzteres wurde für den Versuch bis auf eine ca. 1 ctm. breite Substanzbrücke an dem einen Körperende der Länge nach unter Meerwasser gespalten, die beiden klaffenden Hälften in der uns geläufigen Weise[1]) über zwei, dicht an einander stoßende, zartwandige Wassergläser gebrückt, von welchen das eine mit reinem Meerwasser, das andere mit Curarelösung (3 : 300 Meerwasser) gefüllt

[1]) Vgl. diese Studien. 1. Reihe. 3. Abtheilung. Heidelberg. 1880. S. 6 ff. u. 128 ff.

war. Das Verbindungsstück wurde mittelst eines Fadens, der unten einen zarten Angelhaken trug und an einem Stative befestigt war, in der Schwebe fixirt gehalten.

Bei dieser Versuchsanordnung ist es mir trotz aller getroffenen Cautelen versagt geblieben, mich davon zu überzeugen, daß Leuchtreize von der curarisirten auf die unvergiftete Hälfte noch alsdann übertragen werden, wenn ein Uebertritt der Reizeffecte von der unvergifteten auf die curarisirte Hälfte nicht mehr stattfindet. Durch ständiges Benässen des außerhalb der Flüssigkeiten befindlichen Körperendes und dadurch, daß nur etwa jede halbe Stunde ein schwacher mechanischer Reiz dem Stocke applicirt wurde, gelang es mir, eine Fortleitung der Erregungen (vom Beginn des Versuches an gerechnet) über zwei Stunden hinaus zu beobachten.

So sehr ich nach meinen Erfahrungen an Medusen, Actinien und Xenien der Anschauung beipflichten muß, daß Nervenfaserstränge, mit motorischen Endapparaten ausgerüstet, welche denen an der quergestreiften Vertebratenmuskulatur auch chemisch analog sind, die Beziehungen der Ganglien zu den Muskeln bei diesen sonst morphologisch so tief stehenden Thierformen vermitteln, und auch weiterhin anzunehmen gezwungen bin, daß in den Thierstöcken die Individuen durch veritabele Nervenstränge unter einander verbunden sind, so muß ich mich andererseits ausdrücklich gegen die Annahme verwahren, daß ich im Einvernehmen mit *Panceri* die Leuchtorgane der Einzelthiere bei den Pennatuliden ebenfalls durch nervöse Faserstränge mit einander für verbunden halte; doch scheint es mir geboten, erst die Einwirkungen aller geprüften Alkaloide zu Ende zu betrachten, bevor wir die nöthigen Schlußfolgerungen aus unseren Versuchen ziehen.

Als einen Stoff, welcher den Leuchtvorrichtungen der Pteroïdes wenigstens mehrere Stunden vollkommen passiv gegen-

übersteht, und bei dessen Anwendung später eintretende Absterbeerscheinungen mit demselben Rechte auf die den Versuch complicirenden Nebenumstände wie auf die Substanz selbst zurückgeführt werden können, glaube ich das Atropin ansprechen zu dürfen; natürlich vorausgesetzt, daß dieses in einer zulässigen Dosis auf die Polypen einwirkt. Die Beschreibung eines Versuches mag statt vieler das Gesagte exemplificiren.

XIV. Versuch mit Atropin (0.5 gr. Atropinsulfat: 100 cbc. Meerwasser).

Beginn des Versuches: 4 h. 54 min. Das durch die Berührung der Stücke verursachte Leuchten erlischt, wie es auch in reinem Meerwasser geschieht, beim Einsetzen in die Flüssigkeit sofort. Um 9 h. des nächsten Morgens, also nach Verlauf von 16 Stunden, ist die Empfindlichkeit für tactile wie für toxische Reize (Veratrin, Strychnin) noch nicht unter das normale Maaß herabgesunken.

Werfen wir jetzt einen Rückblick auf unsere Versuchsergebnisse, so haben wir in erster Linie die Thatsache zu constatiren, daß sich an dem Phosphorescenzvorgange der Pteroïdes, concentrirt auf den kleinsten Raum, eine Summe von Substanzen oder eine Summe von Atomcomplexen, welche einem lebensthätigen Eiweißmoleküle angehören, mitbetheiligen, von denen der eine oder der andere Summand unabhängig von den übrigen, und ohne daß die Lichtentwicklung unmöglich wird, abzutödten ist. Die Befunde, daß durch Veratrin vergiftete Stücke Erregbarkeitszustände normaler Polypen verloren haben, durch Strychnin wie durch destillirtes Wasser aber noch zum Leuchten zu veranlassen sind, daß umgekehrt in strychnisirtem Wasser die Reizempfänglichkeit für Strychnin erlischt, die für Veratrin, tactile

Reize und destillirtes Wasser sich dagegen erhält, und daß chloroformirte wie curarisirte Stücke in einem gewissen Stadium der Gifteinwirkung nur noch durch destillirtes Wasser resp. durch höhere Temperaturgrade leuchtend werden, zwingt dazu, den obigen Schluß als den allein möglichen zu ziehen.

Uebrigens stehen diese Verhältnisse in der Biologie keineswegs so isolirt da. Den Schülern *Schmiedeberg*'s ist die Thatsache lange geläufig, daß die muskellähmenden Gifte: Apomorphin, Digitalin und Coffeïn nicht gleichsinnig verändernd auf die contractilen Elemente des Froschherzens einwirken[1]). Durch Apomorphin wird nach Gaben von 0.5—5.0 mgr. die Muskelerregbarkeit (besonders für Physostigmin) vermindert, nach 10 mgr. gänzlich vernichtet, ohne daß hernach Todtenstarre eintritt. Die Wirkung des Digitalins besteht fast ausschließlich darin, daß dieses Gift in eigenartiger Weise die Elasticitätsverhältnisse des Herzmuskels verändert, ohne zunächst die Contractilität zu beeinträchtigen, und das Coffeïn bringt (allerdings im Gegensatze zu den übrigen Muskeln am Herzen erst nach sehr großen Gaben) eine eigenartige Muskelveränderung hervor, die an Fröschen völlig der Wärme- oder Todtenstarre gleicht[2]). Auch diese Verschiedenartigkeit in der Wirkungsweise der einzelnen muskellähmenden Gifte wird ähnlich wie bei Pteroïdes zu deuten sein.

Wenn wir beobachten würden, daß der bei Pteroïdes erregende resp. hemmende Einfluß des Strychnins, des Veratrins, des Curare u. s. w. für einen Theil der normalen lichterzeugenden Factoren an Apparaten zum Ausfall kommt, deren Leuchtvermögen nicht schon zwischen 40 und 42° *C.*, sondern erst über 60° *C.*

---

[1]) *O. Schmiedeberg*, Grundriß der Arzneimittellehre. Leipzig. 1883. S. 73, 80 u. 46.

[2]) Vgl. auch *Krukenberg*, Vergl.-physiol. Vorträge. Heft 5. Heidelberg. 1886. S. 388.

oder sogar erst über 75° *C.* vernichtet wird, dann würden wir schließen müssen, daß die Wirkung jener Stoffe sich an Eiweißsubstanzen abspielt, die den contractilen Elementen eigenthümlich und durch eine Gerinnbarkeit bei 30 bis 50° *C.* ausgezeichnet sind. Sollte sich dagegen zeigen, daß auch die Leuchtapparate, deren Thätigkeit erst bei so hohen Temperaturgraden erlahmt, durch jene Substanzen in der nämlichen Art wie bei Pteroïdes verändert werden, so würde die verschiedene Wirkung des Strychnins, des Veratrins und des destillirten Wassers nur dadurch erklärlich werden, daß ein jedes dieser Reizmittel auf verschiedene Atomcomplexe der lebenden, lichtentwickelnden Eiweißmaterie einwirkt. Vergleichende Versuche an verschiedenen, mit Phosphorescenz ausgerüsteten Thier- und Pflanzenformen würden dann aber voraussichtlich diesen lebensthätigen Eiweißkörper in derselben Weise zu zergliedern und abzubauen gestatten, als es mir an dem todten Eiweißmoleküle mit Hülfe seiner charakteristischen Farbenreactionen gelungen ist[1]).

Daß bei Pteroïdes die verschiedene Einwirkung des Strychnins, des Veratrins und des destillirten Wassers auf den Leuchtvorgang nicht für die Existenz von nervösen und muskulösen Organelementen zu verwerthen ist, liegt auf der Hand; denn damit diese Befunde für die Annahme einer Mitbetheiligung von Ganglien und Muskelfasern an der Leuchtvorrichtung irgendwie bedeutungsvoll werden könnten, müßten vorerst alle Zweifel an der Existenz der Nerven selbst beseitigt sein. Das wird indessen schwer gelingen, und ich stehe auf Grund meiner Erfahrungen nicht an, für Pteroïdes die Mitwirkung nervöser Faserstränge bei dem Leuchtvorgange auf das Entschiedenste zu verneinen. Dabei stütze ich mich vorwiegend auf folgende Thatsachen und Reflexionen:

[1]) Vgl. *Krukenberg*, Chemische Untersuchungen zur wissenschaftlichen Medicin. Heft 1. Jena. 1886. S. 1—49.

1. In Hinblick auf die durchsichtigen Verhältnisse, welche bei den phosphorescirenden Coleopteren bestehen, hat man allgemein die thierische Lichtentwicklung der thierischen Wärmebildung, der thierischen Electricitätsentwicklung oder den Muskelcontractionen an die Seite gestellt; ausnahmslos also Functionen verglichen, die durch centrifugal leitende Nervenfasern ausgelöst werden. Daß bei Pteroïdes ein centraler Einfluß auf die Leuchtzellen durchaus fehlt, wird jeder gründliche Beobachter zugestehen müssen, und es hat daran bislang auch noch Niemand gezweifelt. Hier soll nun nach *Panceri*'s Auseinandersetzungen dasselbe Organ, welches sonst in der Thierreihe nur einem motorischen vergleichbar erachtet wurde, sensibel werden und durch centripetal leitende Nerven seine empfangenen Erregungen auf andere Leuchtzellen übertragen, von denen wir gleichfalls wissen, daß dieselben vom Thiere aus durch keine centrifugal leitende Faser zu irritiren sind.

2. Nervenfasern vorausgesetzt, würden dieselben von sehr eigenthümlicher Beschaffenheit sein müssen, da es nach ein- oder zweimaliger Uebertragung schwacher tactiler Reize unverhältnißmäßig langer Ruhepausen bedarf, bis sich die vermeintlichen Nerven zu einer neuen Dienstleistung wieder emporgeschwungen haben.

3. Mit großer Schärfe und Sicherheit haben uns bei den Medusen die Curarevergiftungen die Anwesenheit motorischer Nervenendigungen erschließen lassen, und selbst bei den Actinien, bei welchen die Nervenfasern in den mit Muskeln und Ganglien reicher ausgestatteten Gebieten ungemein kurz sind, ist der Nachweis derartiger Nervenendapparate durch das Curare als geliefert zu erachten. Dagegen blieb das Ergebniß meines Curareversuches an Veretillum cynomorium ein völlig negatives, obschon die günstigen Bedingungen, unter welchen gerade dieser Versuch ausgeführt wurde, auch weitere Prüfungen in dieser Beziehung als aussichtslos erscheinen lassen dürften.

4. Die unbestreitbar vorhandene Fortleitung der Leuchtwelle, welche aber nur bei ausgeruhten und ganz lebenskräftigen Exemplaren zu beobachten ist, macht bei Pteroïdes nicht im Mindesten den Eindruck einer Reizübertragung durch nervöse Faserstränge. Die Langsamkeit des Vorganges (durchschnittlich 1 mtr. in 20 Secunden!), die auffallend rasch erfolgende Sperrung der Leitungswege für die Erregungen erinnern weit mehr an die Fortpflanzung plötzlich erregter Wasserbewegungen (Turgescenzerscheinungen) im Gefäßbündel der Blattstiele bei Mimosa pudica[1]). Die merkwürdige Schwellung, welcher die Gewebe der Pennatuliden bei verminderten Druckverhältnissen unterworfen sind, und welche die Fortleitung der photogenen Reize unmöglich werden läßt, legt diesen Vergleich gewiß ebenso nahe. Wie bei Pteroïdes, so ist auch in den Blattstielen der Mimosa die Schnelligkeit der Fortpflanzung selbst an sehr reizbaren Objecten recht verschieden; aber sogar an den in Treibhäusern cultivirten Mimosen beobachtete *P. Bert* eine Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Reizes von 1.5 ctm. pro Secunde.

Nur letztere Parallele möchte ich gezogen wissen und bezüglich der Ausbreitung des lichterzeugenden Reizeffectes auch nicht etwa auf die Annahme einer mechanischen Verknüpfung der einzelnen (Leucht-) Zellen (z. B. durch bindegewebige Elemente) recurriren, wie ich eine solche mit *Boll*[2]) für die Erklärung gewisser Erscheinungen an den Chromatophoren der Cephalopoden nicht entbehren zu können glaube[3]).

Panceri's Annahme reizübertragender, die einzelnen Leuchtpuncte verbindender Nervennetze bei Pteroïdes contrastirt mit

---

[1]) Vgl. *E. Brücke*, Vorlesungen über Physiologie. Bd. 1. Wien. 1874. S. 434—438 u. *W. Pfeffer*, Pflanzenphysiologie. Bd. 2. Leipzig. 1881. S. 252 u. 253.

[2]) *F. Boll*, Arch. f. mikr. Anatomie. Supplementband. 1869. S. 66.

[3]) Cf. diese Studien. 1. Reihe. 1. Abth. Heidelberg. 1880. S. 11—21.

Allem, was wir sonst in der lebenden Welt zu sehen gewohnt sind, und wird ohne eine festere experimentelle Grundlage folgerichtig nicht mehr vertretbar sein. *Panceri* sagte[1]), daß wenn die von *Kölliker* und ihm gesehenen Fasern keine nervöse sein würden, die Pennatuliden und mit ihnen vielleicht alle Polypen mit den Thieren in eine Kategorie gestellt werden müßten, bei welchen die Nervenfunctionen noch nicht an gesonderte histologische Elemente gebunden sind. So schließen wir nicht! Zweifellos existiren bei den Pennatuliden Nerven wie Ganglien, aber das Eine, was wir in Abrede stellen müssen, ist: daß bei Pteroïdes auch ein lichterzeugender Reiz auf nervöser Bahn von Leuchtzelle zu Leuchtzelle fortgepflanzt wird; in diesem Vorgange sehen wir lediglich die Folge einer Turgescenzerscheinung[2]).

II. Ueber die Phosphorescenzerscheinungen bei Agaricus (Crepidotus) olearius *DC.*

Tulasne[3]), welcher 1848 eine detaillirte Beschreibung und Abbildung des Agaricus olearius geliefert und mehrere wichtige Einzelheiten darüber festgestellt hat, gibt uns zugleich eine sehr gewissenhafte Zusammenfassung von alledem, was bis zu

[1]) *P. Panceri*, Ann. d. scienc. nat. Sér. 5. T. 16. 1872. Article No. 8. p. 20.

[2]) Wird nur eine beschränkte Stelle eines Muskels oder einer Muskelfaser durch einen Reiz in den thätigen Zustand versetzt, so pflanzt sich derselbe, wie *Aeby* fand, in Form einer ablaufenden Welle über die ganze Länge der getroffenen Faser fort, und zwar nach beiden Richtungen. Die Geschwindigkeit dieser Reiz- und Contractionswelle beträgt nach *J. Bernstein* (Unters. über den Erregungsvorgang im Nerven- und Muskelsysteme. Heidelberg. 1871. S. 90) für Froschmuskeln 3 bis 4 mtr. pro sec. Dieser von *L. Hermann* bestätigte Werth sowie die beiderseitige Fortleitung der Impulse befindet sich mit den von *Panceri* an den Pennatuliden gemachten Beobachtungen in überraschender Uebereinstimmung.

[3]) *L. R. Tulasne*, Ann. d. scienc. nat. Botanique. Sér. 3. T. 9. 1848. p. 338—362.

seiner Zeit über diesen Hutpilz bekannt geworden ist. Obgleich in der Dissertation von *F. Ludwig*[1]) die bemerkenswerthesten Stellen der *Tulasne*'schen Arbeit gut wiedergegeben sind, so kann ich es mir doch nicht versagen, folgende Puncte aus derselben nochmals hervorzuheben[2]).

Derjenige, welcher unseres interessanten Champignons zuerst gedachte, scheint *Micheli* gewesen zu sein; er schildert seine toxischen Wirkungen, gedenkt aber der Phosphorescenz mit

---

[1]) *Friedr. Ludwig*, Ueber die Phosphorescenz der Pilze u. des Holzes. Göttinger philos. Inaug.-Dissert. 1874. Hildburghausen. 30 Seiten.

[2]) Die *Tulasne*'schen Angaben verwerthend, faßt *F. Ludwig* (a. a. O., S. 8 u. 9) das über die Phosphorescenz anderer, der heißen Zone angehörender Agaricinen Bekanntgewordene in folgenden Sätzen zusammen:

„Agaricus Gardneri *Berkl.* ist in der brasilianischen Provinz Goyaz einheimisch und bewohnt abgestorbene Palmenblätter. *Gardner* machte zuerst auf die Phosphorescenz desselben aufmerksam, ohne jedoch zu wissen, daß er eine neue Species sei. Dies fand erst *Berkeley*, der später Gelegenheit hatte, seine Phosphorescenz zu beobachten. Nach *Gardner*'s Bericht spielten in der Stadt Natividade die Kinder am Abend mit den leuchtenden Stücken dieses Pilzes, der nahe bei der Stadt wuchs und wegen seines Standortes „Flor de Coco" genannt wurde. Die Exemplare, welche *Gardner* in sein Zimmer brachte, leuchteten so hell, daß er bei ihrem Lichte lesen konnte."

„Zwei andere phosphorescirende Agaricinen, Agaricus igneus *Rumph* und Ag. noctilucens *Lév.* kommen auf den ostindischen Inseln, ebenfalls an alten Baumstämmen, vor. Den ersteren fand *Rumph* auf der Insel Amboina, den letzteren *Gaudichaud* bei seiner Weltumsegelung im November 1836 auf der Insel Manila (Philippinen). Sodann beobachtete *Drummond* verschiedene neuholländische Agaricinen, welche phosphorescirten, darunter einen ungemein großen Pilz, ohne dieselben jedoch näher zu bestimmen. *Fries* sagt, daß das Phänomen der Phosphorescenz noch bei vielen anderen Pilzen der heißen Zone beobachtet sei."

„Endlich scheint auch bei uns die Phosphorescenz der größeren Hymenomyceten nicht gar zu selten zu sein. *Meyen* erinnert sich, in seiner Jugend einmal in der Nacht an zwei verschiedenen Stellen eines Waldes leuchtende Pilze beobachtet zu haben, deren Substanz noch fortleuchtete, als er sie an einen Baumstamm strich."

„Bei *Aristoteles* und *Plinius* finden sich Stellen, welche darauf hindeuten, daß die Phosphorescenz der Schwämme schon den Alten bekannt war."

keiner Silbe. Ungefähr 20 Jahre später (1755) beschreibt *Battara* die Schwämme aus der Umgegend von Rimini und führt dabei den Agaricus als Polymyces phosphorus auf, dessen Leuchten er eine große Anzahl von Malen beobachtet zu haben angibt. Erst *Decandolle* lenkte die Aufmerksamkeit der Botaniker von Neuem auf den Agaricus olearius; aber er fiel insofern einem Irrthume anheim, als er die Phosphorescenz dieses Schwammes als gebunden an einen Zersetzungsvorgang ansah und dem Leuchten faulen Holzes an die Seite stellte, wie er denn überhaupt die Phorphorescenz lebender Gewächse für sehr fraglich hielt. *Fries* und *Berkeley* zweifelten ebenfalls noch daran, daß der Agaricus selbständig leuchte, und schrieben, ähnlich wie vordem *Larber* und *Sprengel*, die nächtliche Phosphorescenz einem auf demselben schmarotzenden Pilze (Cladosporium umbrinum) zu. Letztere Ansicht wird seit den Beobachtungen von *Tulasne*, *Delile*, *Léveillé* und *Fabre*[1]) als widerlegt betrachtet, obschon die auffälligen individuellen, localen und temporären Verschiedenheiten, welche die Phosphorescenzerscheinungen bei Agaricus olearius darbieten, noch keineswegs durchsichtig geworden sind.

Nach den übereinstimmenden Angaben der letztgenannten Autoren gehört das Leuchten dem Agaricus selbst an und dauert so lange, als seine Wachsthumsperiode reicht. Bei ganz jungen Individuen, darüber sind ebenfalls alle Beobachter einig, leuchten nur die Außenseiten der Lamellen, das Hymenium; *Tulasne* erklärt jedoch die Beschränkung des Leuchtens auf diese Partieen durch eine größere vitale Energie der Reproductionsorgane. Er versichert uns, daß an älteren Individuen oft auch der Stiel sowie das Schwamminnere leuchtend gefunden werde, und ausschließlich die Oberseite oder die Cuticula des Hutes von ihm

[1]) *J. H. Fabre*, Ann. d. scienc. nat. Botanique. Sér. 4. T. 4. 1855. p. 179—197.

nie phosphorescirend gesehen sei. *Fabre* fand dagegen, ohne sich indessen gegen die Richtigkeit der Angaben von *Tulasne* bestimmt auszusprechen, bei jungen wie bei alten Exemplaren die Phosphorescenz auf die Lamellen beschränkt. *Tulasne* sagt selbst, daß es in einigen Fällen eines längeren Contactes der Bruchstücke mit der Luft bedurft hätte, um die fleischigen Innentheile des Schwammes leuchten zu sehen, daß in anderen ein Luftzutritt aber mehr oder weniger rasch das Leuchten gehemmt habe. Obgleich ich aus eigener Anschauung nur zu verbürgen vermag, daß nicht allein, wie *Fabre* beobachtete, die Lamellen, sondern unter Umständen (allerdings weit schwächer) auch das untere Strunkende leuchtet, so setze ich den Aussagen *Tulasne*'s auch nicht den leisesten Zweifel entgegen. Die localen und individuellen Differenzen, welchen ich bezüglich des Leuchtens bei Agaricus olearius auf meinen Wanderungen durch die Provence begegnete, sind geradezu unglaublich.

Mir ist Südfrankreich keineswegs unbekannt. Ich habe einen großen Theil des Landes von Aix les-Bains und Lyon bis Marseille und San Remo, von Arles über Nîmes und Montpellier bis an die Pyrenäen zu Fuß durchwandert, und es dürfte dort kaum ein größeres Städtchen geben, das von mir nicht schon betreten wurde. Aber wo ich mich auch bei der liebenswürdigen Landbevölkerung nach den so lebhaft verlangten leuchtenden Pilzen am Fuße der Oelbäume erkundigte, überall erhielt ich dieselbe unbestimmte Antwort; leuchtende Schwämme waren Niemandem aufgefallen. Und doch sollte der Agaricus nach *Fabre* (a. a. O. S. 181) in der ganzen Provence sehr häufig und nach *W. Pfeffer*[1]) das Licht stark leuchtender Exemplare in dunkelen Nächten noch auf eine Distanz von etwa 1000 Schritten wahrnehmbar sein. Schließlich sah ich mich wieder einmal gezwungen die gütige Fürsorge meiner verehrten Herren Collegen

[1]) *W. Pfeffer*, Pflanzenphysiologie. Bd. 2. Leipzig. 1881. S. 419.

in Marseille in Anspruch zu nehmen, wo es Herrn Professor *Marion* allerdings sofort gelang, mir eine größere Anzahl der „Champignons jaunes“ zu verschaffen und mir das lange vergeblich gesuchte Object auf einer Excursion an den Étang de Berre selbst zu zeigen.

Von den sechs frischen und üppig vegetirenden Exemplaren, welche ich von diesem Ausfluge nach dem etwa eine Stunde entfernten Martigues mit mir nahm, leuchtete am Abende nur Eines, und zwar ein mittelgroßer Schwamm, während ein größeres und die kleineren Exemplare nicht zum Leuchten zu veranlassen waren. Bei meinen nun folgenden Spaziergängen um Martigues (in der zweiten Hälfte des October vorigen Jahres) habe ich zwei Tage später Hunderte von dem Agaricus des Abends beobachten können, unter denen die bei weitem größte Mehrzahl phosphorescirte. Das Leuchten war indessen niemals nur annähernd so stark, wie *Pfeffer* berichtet, dessen Angabe zur Folge man eine dem Gaslichte vergleichbare Helligkeit voraussetzen dürfte. Ganz unabhängig von der Größe, doch, wie es schien, nicht in gleichem Maaße von dem Standorte, fanden sich unter den Schwämmen an allen Abenden (gleichgültig, ob es geregnet hatte, oder ob es ein warmer, trockener Tag gewesen war) mehrere — ich taxirte 5—20% — Exemplare, welche bei 2- bis 3tägiger Aufbewahrung im Zimmer ständig dunkel blieben. Diese Differenzen aufzuklären ist mir nicht geglückt und lag meinen Interessen auch etwas fern. Es sei nur noch bemerkt, daß ich die Schwämme fast regelmäßig am Fuße der Oelbäume, selten höher am Stamme hinauf oder in weiterer Entfernung von den Bäumen antraf[1]), daß sich in der Umgegend von Toulon

[1]) *Decandolle* gibt sein Vorkommen auch an Stämmen von Carpinus, Syringa, Viburnum tinus und Quercus ilex an, *Delile* an Populus alba, *Viviani* an Castanea und *Castagne* an Ficus und Robinia; doch kann es sich dabei nur um Ausnahmefälle handeln.

(Ende October) ein viel größerer Procentsatz an nichtleuchtenden Exemplaren heraustellte als bei Martigues, und daß in den umfangreichen Oelbaumbeständen, welche sich von Mentone am Cap Martin herum bis nach Monte Carlo erstrecken, von mir zu Anfang November desselben Jahres auch kein einziges Exemplar des Schwammes zu entdecken war. In großer Zahl scheint Agaricus olearius nur in dem Districte zwischen Toulon bis Montpellier und Rhône aufwärts bis Avignon vorzukommen; auch alle Untersuchungen, zu denen es eines größeren Materiales bedurfte, sind in diesem Umkreise ausgeführt. So beobachtete *Delile* in Montpellier, *Tulasne* in Hyères (Vardepartement) und *Fabre* in Avignon. — Der Champignon jaune gilt in der Provence für schädlich resp. für ungenießbar, doch sagten mir Hirten, daß die Ziegen ihn ungestraft verzehren.

Während *Fabre* es sich vor allem angelegen sein ließ, den Einfluß des Tageslichtes, der hygrometrischen Verhältnisse in der Atmosphäre und der Wärme auf das Leuchten des Agaricus olearius zu ermitteln, und uns daneben noch werthvolle Ergebnisse seiner Versuche über die Athmung dieses Schwammes und thermometrische Messungen, welche eine mit der Phosphorescenz einhergehende Temperaturzunahme nicht wahrnehmen ließen, mittheilt[1]), so war hingegen mein Bestreben vorwiegend darauf gerichtet, das Verhalten der Leuchtzellen zu chemischen Agentien in Erfahrung zu bringen; in erster Linie also zu bestimmen, inwiefern die Giftwirkungen an diesem Schwamme der Protoplasma- oder, richtiger gesagt, der Eiweißtheorie günstige sind und weiterhin sich dazu verwerthen lassen, die complicirten Vergiftungssymptome an Pteroïdes zu vereinfachen und aufzuklären.

[1]) Vgl. die meisterhafte Zusammenfassung und Besprechung der *Fabre*'schen Resultate von *J. Sachs* (Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. Leipzig. 1882. S. 493 u. 494).

Das ruhige continuirliche Licht des Agaricus ist lediglich eine Folge davon, daß eine unzählige Menge kleiner Pünctchen neben einander auflodern und deshalb der intermittirende Charakter der einzelnen Fünkchen nicht zum Ausdruck gelangt. Beobachtet man schwächer oder nur stellenweise phosphorescirende Exemplare, so ist das Leuchten ein fortwährendes Aufflackern und Wiedererlöschen kleiner Flämmchen, welches erst bei Anwendung von Reizmitteln ein gleichmäßigeres und daneben ein intensiveres Gepräge annimmt. Solche scintillirende Schwämme muß man zu den Versuchen auswählen, wenn man sich darüber unterrichten will, ob ein Stoff als Reiz auf die Leuchtorgane einwirkt. *Fabre* scheint sich stets an möglichst intensives Licht verbreitende Exemplare gehalten zu haben und hat daher von einer das Leuchten verstärkenden Wirkung durch chemische Substanzen auch nichts beobachten können. Derartige Reizmittel gibt es für Agaricus aber sicherlich eben so viele als für Pteroïdes. In den ersten Stadien der Einwirkung besitzen einen lichtverstärkenden Einfluß z. B. das Nicotin, das Chloroform, wahrscheinlich sogar das Strychnin, und auch in destillirtem Wasser wird das Licht lebhafter, während in Brunnenwasser die Verstärkung nicht so prägnant hervortritt[1]).

Bewahrt man die Pilze trocken auf, so ist selbst an stark leuchtenden Exemplaren eine Abnahme der Leuchtkraft bereits nach 24 Stunden zu constatiren, und es sind Ausnahmen, wenn sich, ohne daß besondere Cautelen getroffen werden, das Leuchten noch bis zum dritten oder vierten Tage erhält. In destillirtem wie in Brunnenwasser habe ich die Schwämme ebenfalls zwei Tage lang leuchten sehen, doch erlahmt hier der Proceß zweifellos

[1]) Ein recht fühlbarer Uebelstand ist bei den Versuchen dadurch gegeben, daß in die wässrigen Flüssigkeiten reichliche Mengen des gelbbraunen Farbstoffes übergehen. Die Beobachtungen einer Lichtverstärkung fallen in diesen dunkel gefärbten Wässern besonders schwer.

eher, als wenn die Pilze trockener gehalten werden, und Brunnenwasser scheint schädlicher zu wirken als destillirtes Wasser.

Daß süßes Wasser auf die Leuchtorgane der Beroiden, der Phyllirhoë und anderer meerbewohnenden Thiere zuerst als intensiver Reiz, bald darauf aber lähmend einwirkt, war schon von *H. Milne Edwards* und *Panceri* nachgewiesen; bei Pteroïdes haben wir uns (S. 87 ff.) über den Einfluß des destillirten Wassers genauer informirt und die Differenzen der Resultate, welche sich streng in zwei Gruppen scheiden, je nachdem phosphorescirende landbewohnende Organismen oder phosphorescirende Meerwasserformen mit destillirtem Wasser tractirt werden, können wohl nicht genug denen vorgehalten werden, welche sich zu der Auffassung der thierischen und pflanzlichen Phosphorescenzerscheinungen als rein vital verlaufende Vorgänge nicht aufzuschwingen vermögen, sondern noch immer dabei an den Phosphor und an phosphorescirende Mineralbestandtheile denken.

Trotzdem sich aber Pteroïdes und Agaricus olearius gegen destillirtes Wasser gar so verschieden verhalten, erlischt das Licht beider Geschöpfe bei annähernd demselben Temperaturgrade. In der nämlichen Weise wie oben für Pteroïdes angegeben ist, habe ich stark leuchtende Stücke des Schwammes, an denen deshalb auch eine Lichtverstärkung bei steigender Temperatur nicht wahrzunehmen war, in luftgesättigtem Brunnenwasser successive höher temperirt. Mehrere Versuche dieser Art ergaben übereinstimmend, daß bei einer Temperatur des umgebenden Wassers von 38° *C.* das Leuchten noch fortbesteht, daß sich dasselbe, wenn auch in sehr geschwächtem Maaße noch bei 38,5° *C.* erhält, daß aber bei 39.5° *C.* das Phosphorescenzlicht erloschen ist. Dieser Punct wurde unter fünf Versuchsfällen mit Ausnahme von Einem allemal erreicht und darunter nur einmal um 0.3° *C.* überschritten; ich nehme deshalb diesen Temperaturgrad (39.5° *C.*) für den Exstinctionspunct.

Fabre, welcher ebenso verfuhr, betrachtet 50° *C.* als die Tödtungstemperatur für die phosphorescirenden Elemente des Agaricus. So hoch liegt der Absterbepunct hier aber nicht. Ganz genau habe ich denselben nicht bestimmt, doch hat derselbe bei meinen Versuchen die ersten vierziger Grade nicht überschritten und dürfte bei 42° *C.* sicher erreicht gewesen sein.

Strychnin wie Coffeïn äußern eine auffallend geringe Wirksamkeit auf das Leuchtvermögen des Agaricus. 6 h. 54 min. Nachm. werden mehrere Gläser mit einer 1%igen Strychninnitratlösung gefüllt, andere mit einer 1%igen Coffeïnlösung. Die Substanzen waren in destillirtem Wasser gelöst. Theils ganze Schwämme, theils nur Bruchstücke derselben gelangen in die einzelnen Portionen. 3 h. 15 min. früh leuchten noch sämmtliche Stücke, und anfangs lebhafter phosphorescirende Lamellen haben nach mehr als 12 Stunden ihr Leuchten noch nicht eingestellt. Ein anderer Effect, als solcher schon durch das destillirte Wasser zu verzeichnen ist, läßt sich bei der angewendeten Concentration weder dem Strychnin noch dem Coffeïn zuerkennen.

In Brunnenwasser, welches mit Chloroform gesättigt war, wurde an schwach leuchtenden Exemplaren das Licht in der ersten Minute ein intensiveres, innerhalb der fünften und sechsten Minute stellte sich aber an allen Pilzstücken eine merkliche Abschwächung des Lichtes ein, und nach 10 Minuten war die Exstinction eine vollständige geworden. Mehrere während dieser Zeit unter der Chloroformeinwirkung dunkel gewordene Lamellen erholten sich an der Luft, doch wurden nicht alle Stücke wieder selbstleuchtend. Wir dürfen hiernach 10 Minuten für die Durchschnittsziffer ansehen, in welcher Chloroformwasser die Leuchtorgane des Agaricus nicht nur vorübergehend außer Action setzt, sondern geradezu abtödtet.

In ca. 40%igem, sog. rectificirtem Alkohol hört das Leuchten momentan, in extremen Fällen nach 1 bis 2 Secunden auf, doch

bedarf es auch hier einer etwas längeren Einwirkung (etwa 20 bis 30 Sec.), damit sich das Leuchtvermögen nicht regenerirt.

Einen nicht weniger energischen Einfluß als das Chloroform üben die Salze des Quecksilbers und des Kupfers sowie saure Flüssigkeiten auf die Leuchtzellen aus. In einer 2%igen Sublimatlösung hört die Phosphorescenz nach wenigen Secunden, in einer 0.5%igen Sublimatlösung nach ungefähr einer halben Minute für immer auf. Kupfersulfatlösungen von entsprechenden Concentrationsgraden wirken schwächer ein. 6 h. 45 min. werden Schwämme in mehrere Proben luftgesättigten Brunnenwassers gesetzt; die eine Hälfte der Wasserportionen ist auf einen Gehalt von 2%, die andere Hälfte auf einen Gehalt von 0.5% Kupfersulfat gebracht. 7 h. 5 min. leuchten die Exemplare, welche sich in den 2%igen Lösungen befinden, nur noch schwach, immerhin aber deutlich wahrnehmbar; in den 0.5%igen Lösungen hat zu dieser Zeit die anfangs vorhandene Phosphorescenz nur wenig an Intensität verloren. 7 h. 10 min. ist das Leuchten in den 2%igen Lösungen an den meisten, zwei Minuten später an sämmtlichen Stücken erloschen, die Leuchtzellen sind getödtet, und auch in den 0.5%igen Lösungen macht sich 7 h. 10 min. eine starke Schwächung des Lichtes bemerklich; in letzteren Flüssigkeiten sterben die Stücke gegen 7 h. 45 min. ab.

Die schädlichsten Gifte für die Leuchtorgane des Agaricus sind freie anorganische wie organische Säuren; ihr lähmender Einfluß macht sich selbst dann noch geltend, wenn sie in außerordentlicher Verdünnung angewendet werden, wie beispielsweise 0.1—0.5 cbc. auf 1000 cbc. süßen Wassers. Bei Versuchen mit reinen Alkaloiden, welche, wie z. B. Veratrin und Chinin, sich ohne Säurezusatz nur spurenweise in Wasser lösen, ist auf die Empfindlichkeit der Leuchtorgane gegen Alles, was irgendwie sauer reagirt, sehr Bedacht zu nehmen. In stärkeren Veratrinlösungen, wo die Anwesenheit jeder Spur von freier Essigsäure

mir durch das in großem Ueberschuß angewendete Veratrin ausgeschlossen schien, habe ich Vergiftungserscheinungen auftreten sehen, welche mich in Zweifel lassen, wie viel von den zerstörenden Wirkungen auf Rechnung des Veratrins und wie viel davon eventuell nur auf Rechnung der hinzugefügten Essigsäure zu setzen ist. In einer auf diese Art bereiteten, ca. 1 %igen Veratrinlösung erlosch das Licht binnen einer halben Minute, während es sich in Wasser, welches mit Veratrin kalt gesättigt worden war, und welches den dem Veratrin eigenthümlichen, kratzenden Geschmack in ausgeprägtem Maaße besaß, noch nach 1 bis 2 Stunden, an einigen Stücken sogar noch länger in ungeschwächter Kraft erhalten hatte. In 50 cbc. destillirten Wassers, welchen 3 Tropfen Acid. acetic. glaciale zugesetzt sind, also in einer Essigsäurelösung von ungefähr 1 : 250, ist das Leuchten, ohne anfangs irgendwie verstärkt zu sein, regelmäßig nach wenigen Secunden complet verschwunden.

Mit der Säurewirkung contrastirt die Wirkung freier Alkalien. 6 h. 40 min. werden minder stark leuchtende Schwammlamellen in destillirtes Wasser gebracht, dem auf 50 cbc. 6 Tropfen der officinellen Natronlauge (= 15 %) hinzugefügt sind. Die Leuchtkraft steigert sich sofort, behält mehrere Minuten ihren erlangten höheren Intensitätsgrad bei, und 7 h. 45 min. leuchten die Hymenien noch so stark als vor dem Versuche. Allmälig sinkt darauf das Leuchtvermögen, schwindet vollständig aber erst nach mehreren Stunden. Ammoniak und Kali wirken bei ähnlicher Verdünnung in analoger Weise; auch wenn man concentrirtere Lösungen anwendet, kommt es anfangs ausnahmslos zu einer Steigerung der Lichtentwicklung. Es herrscht in dieser Beziehung eine große Uebereinstimmung mit dem, was an Flimmerzellen von *Virchow*, an Amöben von *Kühne* und an dem intracellularen Protoplasma der Charen von *Dutrochet* beobachtet wurde. Eine Abweichung würde nur insofern zu constatiren

sein, als einige Beobachter (z. B. *Dutrochet*) bei Einwirkung einer 0.05%igen Kali- oder Natronlösung auf selbstcontractiles Protoplasma zunächst eine ca. 5 Minuten währende Verlangsamung der Beschleunigung vorausgehen sahen; von einer zuerst sich einstellenden Abschwächung des Lichtes bei der Einwirkung sehr verdünnter Natronlauge ist aber bei Agaricus nichts vorhanden.

Von den geprüften Alkaloiden besaßen nur zwei derselben eine energisch exstingirende Wirkung; nämlich das Nicotin und das Chinin.

Drei weithalsige Gläser werden mit je 50 cbc. lufthaltigen Brunnenwassers gefüllt und das Wasser eines jeden Gefäßes mit den zugesetzten 10 Tropfen Nicotin gut gemischt. Die in den Flüssigkeiten untergetauchten Pilzfragmente hören rasch auf zu leuchten, doch bedarf es eines Aufenthaltes von nahezu 0.5 Minuten, bis das Leuchten auf Reiben oder nach längerem Verweilen an der Luft nicht wieder zurückkehrt. Wiederholungen der Versuche hatten ähnliche Ergebnisse zur Folge, doch zog sich der Absterbepunct zuweilen eine Minute lang hinaus. Weniger eclatant sind die Effecte, wenn mit verdünnterem Nicotinwasser operirt wird. In 50 cbc. Brunnenwasser, welches 1 Tropfen Nicotin zugesetzt erhalten hatte, erlosch das selbständige Leuchten 7 h. 45 min., aber selbst dann nicht an allen Stücken. In den bedeckten Gefäßen leuchteten mehrere Stücke noch 9 h. 10 min., und einige, an denen das Licht zuvor erloschen war, hatten ihre Phosphorescenz zurückempfangen. Jetzt wurden 4 Tropfen Nicotin den in jedem Glase enthaltenen 50 cbc. Flüssigkeit von Neuem zugemischt. Augenblicklich wird Alles dunkel, aber auch unter diesen Verhältnissen erfordert es längere Zeit (in einem Falle selbst annähernd 5 Minuten), bis die Phosphorescenz für immer ausbleibt.

Nicht so heftig wirkt Chinin. 7 h. 12 min. werden verschiedene Gläser mit einer 1%igen salzsauren Chininlösung be-

schickt und in jede der Portionen mehrere zusammenhängende und stark leuchtende Schwammlamellen eingesenkt. 7 h. 40 min. ist die Phosphorescenz an den meisten Stücken erloschen, doch nicht an sämmtlichen. Bis das Resultat in allen Proben ein übereinstimmendes wird, mußten die Stücke nahezu eine Stunde in der Chininlösung verweilen. War eine Exstinction des Phosphorescenzlichtes durch das Chinin aber erst einmal herbeigeführt, dann bedurfte es höchstens nur noch weniger Minuten, um die Leuchtorgane gänzlich abzutödten. Exstinctions- und Absterbepunct liegen unter der Chinineinwirkung der Zeit nach lange nicht so weit auseinander als bei den Nicotinwirkungen! Bei Anwendung verdünnterer Chininlösungen läßt die Wirkung länger auf sich warten; im Ganzen ergaben die Versuche aber nichts Bemerkenswerthes.

Unsere Auffassung der thierischen und pflanzlichen Phosphorescenzerscheinungen gewinnt durch diese Befunde neue Anhaltspuncte doppelter Art. Denn 1) begegneten wir bei Agaricus derselben differenten Wirkung zwischen Säuren und Alkalien wie bei dem lebenden Protoplasma, und 2) sind auch für die phosphorescirenden Organe dieses Schwammes die eiweißcoagulirenden resp. die das Protoplasma am schnellsten abtödtenden Alkaloide die wirksamsten Gifte. Die Bestimmungen des Exstinctions- und des Absterbepunctes berechtigen uns aber, sogar noch einen Schritt weiter zu gehen und das Leuchtvermögen als gebunden an die Vitalität von contractilem Eiweiß zu erachten.

III. Das Leuchten des Rothen Meeres.

Gleich Suakim ist Massaua auf einem Koralleneilande erbaut, welches durch breite chaussirte Dammanlagen mit dem Continente in Verbindung steht. Dieser Connex ist jedoch bei Massaua kein unmittelbarer; eine zweite, langgezogene Insel,

Namens Taolud oder Toluette, in ihren Contouren die des Festlandes wiedergebend, muß überschritten werden, bevor der schnurgerade, kaum 5 Meter breite Pfad die mit gelb blühenden Acacien (A. Seyal *Delile* und verwandte Arten) und Sennesbüschen (Cassia obovata *Collad.*), mit meist von Stapelien durchrankten, strauchartigen Euphorbien (Euphorbia quadrangularis und die unvermeidliche Kranka, hier Uscher genannte Calotropis procera mit ihren buntgescheckten Acrididen), blauen Comelinen (C. Boissidri) und weißen Heliotropien (H. pterocarpum) überwucherte Ebene am Fuße der abessinischen Gebirge erreichbar macht. Der ca. 400 Schritte lange Damm, welcher von Massaua nach Taolud hinüberführt, mündet an der Nordseite der letztgenannten Insel aus und läßt einen Zipfel derselben, welcher das stattliche, von *Arakel Bey* als Amtswohnung errichtete Gouvernementsgebäude und das Offizierscasino trägt, noch in das offene Meer hinausragen. Der Pfad hingegen, durch welchen Taolud mit dem Festlande communicirt, und welcher gut doppelt so lang als der nach Massaua hinüberführende ist, setzt an dem anderen Ende, an der südlichen Ecke der Insel ein, sodaß man, um auf diese Dammanlage zu gelangen, zwei Drittel der ganzen Länge von Taolud durchmessen muß. Da nun auch Massaua nördlich über die nach Taolud führende Straße in's offene Meer hinausreicht, so sind durch die künstlich geschaffenen Verbindungswege im Norden (und ebenso ist es auch im Süden) zwei Buchten entstanden, eine zwischen Massaua und Taolud, die andere zwischen Taolud und dem Continente. Obgleich die Dämme aber erst unter *Munzinger*'s Gouvernement errichtet sind, so ist der faunistische Unterschied zwischen den rechts und links von den Verbindungswegen liegenden Wasserbassins ein sehr in die Augen springender.

Begibt man sich, von Massaua ausgehend, nach Taolud und von da nach dem Festlande hinüber, so liegen zur Linken die

Mulden, auf deren Grunde sich in erstaunlicher Menge die, so seltsam es auch klingen mag, erst 1882 von *Conrad Keller*[1]) entdeckte merkwürdige Medusenform (Cassiopea polypoides *Kell.*) angesiedelt hat, welche der von *Vulpian* aufgestellten „tendance à l'attitude normale"[2]) zum Trotze, bald mit der Oberfläche ihres zu einem riesigen Saugnapfe abgeplattenen Schirmes am Boden festgeklammert hockt, bald wie die übrigen Medusen sich an der Meeresoberfläche schwimmend bewegt[3]). In den Wasserbecken, welche zur Rechten liegen, wird man für gewöhnlich keine Cassiopea antreffen; doch des Abends beobachtet man, daß sich auch in diesen Buchten ein reiches thierisches Leben regt, und daß das massenhafte Auftreten phosphorescirender Geschöpfe diesen Districten nicht weniger eigenthümlich ist als jene Medusenform den seichten Meeresstellen zu unserer Linken. Hier an der Nordseite, dem eigentlichen Hafen von Massaua, gleicht die Funken sprühende Fluth des Erythräischen Meeres einem Silbermantel mit goldenen Borden besetzt, der matten nächtlichen Helle des tropischen Firmamentes, dessen funkelnde Sterne das „Südliche Kreuz" umrahmen.

Wir befinden uns hier an dem denkwürdigen Orte, dem eine der ältesten Angaben über das Meeresleuchten entstammt, und dessen so ganz eigenartige Phosphorescenzerscheinungen schon vor 77 Jahren mit der blutrothen Farbe dieser Meeresstriche in einen richtigen Zusammenhang gebracht worden sind.

Es war zu Anfang des Jahres 1541, als der berühmte portugiesische Seemann *João de Castro* auf einer Reise, welche

[1]) *C. Keller,* Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 38. 1883. S. 632—670.

[2]) Vgl. diese Studien. 2. Reihe. 1. Abth. 1882. S. 78.

[3]) Die einer Delle mit scharf abgegrenzter Umrandung gleichende Oberseite des Schirmes dieser Cassiopea scheint veranlaßt zu haben, daß in Massaua die Medusen nicht mehr wie in Suez als Andil el bachr, d. h. Seelaternen oder Seelichter (cf. *Ehrenberg*, a. a. O. S. 534), sondern als Miraya el bachr, d. h. Spiegel des Meeres, bezeichnet werden.

er zum Zweck einer hydrographischen Beschreibung des Rothen Meeres auf Befehl des Vicekönigs *Estebam de Gama* unternahm, nach Massaua kam und in dessen Nähe ein Erlebniß hatte, welches er[1]) uns in folgenden Sätzen schildert:

„Den 21. Februar 1541, als das zweite Viertel der Nacht anbrach, stießen wir auf große blendend weiße Flecke, welche leuchteten und glitzerten wie die Sterne. Erschrocken über diese uns fremde Erscheinung, strichen wir unverzüglich die Segel, denn wir glaubten uns auf einer Klippe oder auf einer Untiefe zu befinden. Ich befahl das Senkblei auszuwerfen, und siehe da, die Tiefe betrug 26 Faden. Als wir so erfahren, daß wir uns auf hoher See befanden und sahen, daß diese Neuheit für unsere Piloten des Landes nicht bestand, ruderten wir mit vollen Segeln weiter.“

Wichtiger für uns ist ein Bericht des englischen Consuls *Salt*, welcher von dessen zweiter abessinischen Reise aus dem Jahre 1810 datirt ist[2]). Die einzig richtigen und zutreffenden Beobachtungen, welche bis auf den heutigen Tag über die Phosphorescenzerscheinungen in den südlichen Breiten des Rothen Meeres bekannt geworden sind, finden wir in dieser Schrift niedergelegt. Der Wortlaut ist folgender:

„Den 7. Februar, 1 Uhr Mitternachts, nahm das Meer in einem ziemlich weiten Umkreise des Schiffes eine so ausgesprochen rothe Färbung an, daß wir im ersten Augenblicke sehr erschraken. Doch als wir das Senkblei ausgeworfen hatten, ließ der Schrecken nach, denn wir fanden, daß das Wasser unter uns mehr als 20 Faden tief war. Wir wünschten nun aber doch zu erfahren, was die Ursache dieser Erscheinung war, und warfen deshalb einen Eimer in das Wasser, welcher uns eine große Menge der

[1]) Roteiro de dom *João de Castro* da viagem que fizeram os Portuguezes ao mar Roxo, no anno de 1541. Paris. 1833. p. 77.

[2]) *Salt*, Voyage en Abyssinie. Trad. franç. par *Henry*. T. I. p. 251.

an der Meeresoberfläche flottirenden Masse heraufbrachte. Diese hatte eine gallertige Beschaffenheit und bestand aus einer Unzahl kleiner Mollusken; jedes derselben trug im Centrum einen kleinen rothen Fleck, welcher, wenn sich mehrere Thierchen zusammen befanden, einer hochroth gefärbten Materie, etwa in Wasser vertheiltem Minium glich. Unsere Matrosen waren von dieser ungewöhnlichen Erscheinung derart überrascht, daß sie ausriefen: Das ist wahrlich ein rothes Meer! Und unser Bootsmann sagte in seiner derben Manier: Das ist wirklich wie das Blutbad bei einer Metzig; wenn wir das in England erzählen, wird man uns nicht glauben."

„Den Abend, als die Nacht anbrach, wurden die Mollusken, welche wir absichtlich aufbewahrt hatten, leuchtend. Dieses Licht glich, wenn nichts die Thiere beunruhigte, der Quecksilberfolie hinter einer Spiegelscheibe; wurden die Thiere aber heftig bewegt, so gaben sie ein silberglänzendes Licht von sich, und mit der Hand auf das Verdeck oder auf einen andern Gegenstand geworfen, behielten sie den ungewöhnlich starken Lichtschein noch über eine halbe Stunde bei."

Hätte *Ehrenberg* diese Mittheilung gekannt, so würde er sicherlich noch mehr, als er es so schon war[1]), von der Ueberzeugung durchdrungen gewesen sein, daß seine „im Rothen Meere und bei Alexandrien gemachten Beobachtungen über das Leuchten von Fragmenten zerstörter organischer Körper ebenfalls wohl nicht auf todte Stoffe zu beziehen sein mögen, sondern daß sie den zerrissenen, noch lebenden Noctiluken (und Oceanien) glichen", welche er „mit noch mehr Umsicht und Erfahrung und mit noch besseren Instrumenten in Helgoland untersuchen konnte."

Jedenfalls trug die Beschreibung von *Salt* mehr als die meisten anderen dazu bei, einen so scharfen Kritiker wie *Camille*

[1]) *Ehrenberg*, a. a. O., S. 546.

Dareste[1]) gewiß zu machen, „daß überall da, wo eine rothe Färbung des Meeres mit seiner Phosphorescenz im Zusammenhange steht, beide Erscheinungen an die Gegenwart der Noctiluken gebunden sind; vorausgesetzt allerdings, daß es sich dabei nicht um einen Ausnahmefall handelt, der eine solche Deutung nicht zuläßt". „Uebrigens", fährt *Dareste* fort, „ist anzunehmen, daß es eine große Zahl phosphorescirender Thiere gibt, und daß diese sich durch weitere Nachforschungen noch steigern lassen muß; aber wo das Meer auf große Strecken hin leuchtete, ist man bei genauer Untersuchung noch allemal den Noctiluken oder wenigstens diesen sehr verwandten Geschöpfen begegnet."

Ganz abgesehen von den nordischen Meeren, kennt man seit lange das Vorkommen der Noctiluken bei Gibraltar (*Thompson*, 1829), bei Algier (*S. Rang*, 1829), bei Martinique (*Artaud*, 1825), an der chinesischen Küste (*Baird*, 1830), sowie bei den Prince of Wales Islands (*Finlayson*, 1828). Ferner begegnete *de Tessan* bei der Weltumseglung der Venus den Noctiluken in der False Bay am Cap der guten Hoffnung, und *Rigaut*, welcher 1768 diese Thierchen wohl zuerst erkannt haben dürfte, fand dieselben von Brest bis zu den Antillen und Neufundland hin verbreitet. Für das Rothe Meer war ein bindender Nachweis ihres Vorkommens aber noch nicht geliefert, und so musste auch *Dareste*[2]) zugestehen, daß die Rothfärbung dieses Wassers möglicherweise nur durch jene, von *Ehrenberg* bei Tor entdeckte mikroskopische Alge (Trichodesmium erythraeum) hervorgerufen werde, welcher fast 20 Jahre später (1843) *Évenor Dupont* bei Cosseïr wiederbegegnete.

Berücksichtigt man, daß der durch den „Commentar" des „großen" portugiesischen Admirals *Alphonso d'Albuquerque* (1576) allgemeiner bekannt gewordenen Rothfärbung des Rothen Meeres

[1]) *C. Dareste*, Ann. d. scienc. nat. Zoologie. 4. Sér. T. 3. 1855. p. 206.
[2]) *C. Dareste*, ibid. p. 201. Note 1.

späterhin nach eigener Anschauung nur noch von einem portugiesischen Jesuiten (1674), der sie durch große rothe Tange hervorgebracht sah, von *Salt* sowie von *Ehrenberg* und *Dupont*, welche letzteren beiden ebenfalls eine rothe Alge als verursachendes Moment erkannten, gedacht wird, daß *João de Castro*, *Niebuhr* und *Forskål* sowie die Mitglieder der französischen Expedition am Ende des vorigen Jahrhunderts sich vergeblich bemüheten, die sonst so oft erwähnten „rothen Flecke" auf dem Arabischen Meere zu sehen, so wird man wohl mit *Dareste*[1]) darin übereinstimmen, daß diese Erscheinung dort selten aufzutreten scheint.

Ich bin so glücklich gewesen, die thatsächlich blutrothe Färbung des Rothen Meeres im ausgedehntesten Umfange, soweit das Auge eben reichte und das Boot mich trug, beobachten zu können, und ich glaube, davon um so mehr eine ausführlichere Beschreibung geben zu sollen, als es mir ausgemacht erscheint, daß sowohl jener portugiesische Jesuit wie auch *Ehrenberg* und *Dupont* etwas ganz Anderes vor sich hatten, als was von *d'Albuquerque* erwähnt und von *Salt* so wahrheitsgetreu geschildert wurde.

Es war am Morgen des 11. Januar d. J.'s zwischen 9 und 10 Uhr, als ich mich vor Massaua in ein Seima (d. h. Boot) begab, um mich von meinen braunen Sudanesen nach Schech Said hinüberfahren zu lassen. Tags zuvor hatte es ein wenig geregnet, aber das Meer war stürmisch geworden und hatte sich auch jetzt noch nicht wieder beruhigt. Große Anstrengungen waren erforderlich, um über Ras Madur, den befestigten östlichen Vorsprung von Massaua, hinauszukommen. Kaum in das offene Fahrwasser des Canals gelangt, befanden wir uns plötzlich in einer trüben Mudde, welche ganz den Eindruck machte, als sei ein mit Sand und Kies beladener Strom in die sonst so klare

[1]) *C. Dareste*, ibid. p. 186. Note 1.

und spiegelglatte See hineingebrochen. Wir ruderten weiter; da verfärbte sich mit einem Male von Neuem das Meer; es zeigte jetzt eine blutrothe Farbe, und die für aufgeschwemmten Sand gehaltenen Trübungen, welche an einzelnen Stellen den rothen Wasserspiegel schlierenartig durchsetzten, machten nun einen rein weißen Eindruck. Dazwischen flottirten auch abgerissene grüne Tange, welche anzudeuten schienen, daß sich in der That von fern her eine gewaltige Wassermasse in den Canal ergossen und den gesammten Unrath mit sich gebracht habe. Auf der Weiterfahrt blieb das Meer beständig bewegt, hervorstehende Korallenklippen waren wegen der blutrothen und kreidigen Materie nicht zu erspähen, und so stieß unser Seima oft auf felsigen Untergrund, durch die Gewalt der Wogen meist in sehr bedenklich verstärktem Grade. Schließlich gelangten wir über die Untiefen zwischen Ras Madur und Schech Said glücklich hinweg, ließen letztere Insel links liegen und steuerten in gerader Richtung auf den Djebel Gadem[1]) los, das Wahrzeichen des Golfes von Massaua[2]).

Seit zwei Stunden haben wir Ras Madur hinter uns und noch immer die blutrothe See mit ihren milchweißen Unterbrechungen und den dazwischen flottirenden Tangresten. Ich schöpfte von dem rothen und weißen Ueberzuge; beide bestanden aus Gallertmassen, stecknadelknopfgroßen Körnchen, an frisch abgelegten Laich von Wasserthieren erinnernd. Es herrschte kein Zweifel mehr, daß wir hier die als „mer de lait“ bekannte Erscheinung[3]) vor uns hatten und zugleich den „aufgewirbelten

[1]) Die Italiener schreiben „Gedem“, die Engländer „Guddam“.

[2]) Richtiger Golf von Herkiko (ital.: Arkiko, engl.: Harkiko) genannt.

[3]) Dieser Erscheinung widmet *C. Dareste* (Ann. d. scienc. nat. Zoologie. Sér. 4. T. 3. 1855. p. 240—242) einen besonderen Aufsatz. Die Meeresmilch ist nach diesem Autor nur in den intertropicalen Meeren bekannt; hier aber etwa dreimal so häufig als die Rothfärbung. Die meisten Male beobachtete man sie im Golfe von Guinea und im Rothen Meere; in letz-

rothen Steinschlamm" des *Alphonso d'Albuquerque*, die kleinen Mollusken des Consuls *Salt*, die von *Quoy* und *Gaimard* (1825) vermutheten Salpen, welche das Rothe Meer roth färben sollten, daß uns somit ein Wunsch erfüllt war, den *João de Castro*, *Ehrenberg*, *Forskål* und vielleicht noch viele Andere vergebens gehegt hatten.

Auf unserer Rückfahrt kamen wir gleichsam noch in ein natürliches Raketenfeuer, indem vorn und hinten, rechts und links von uns und in allen Richtungen über unser schmales Seima wie über uns selbst hinweg tausende und aber tausende von großen und kleinen Springfischen (fahr el bachr der Eingeborenen, d. h. Meermäuse) dahinschossen, einen entsetzlichen Lärm vollführend.

Nach Massaua zurückgekehrt, trennte ich die mitgebrachten Gallertkügelchen durch Filtration von dem Meerwasser und conservirte sie für die Heimreise in ca. 70%igem Alkohol. Wider Erwarten gut gelangten dieselben nicht nur in Triest an, sondern zeigen auch jetzt noch Einzelheiten ihres histologischen Baues, welche man bei so primitiver Aufbewahrung zu sehen kaum erwarten würde. Mein langjähriger Freund, Herr Dr. *Ed. Græffe*

terem kennt man die Erscheinung schon länger als ein Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung, wie aus einer Bemerkung des Geographen *Agatharchides* ersichtlich ist. Bisweilen vielleicht auch durch andere Organismen hervorgerufen, sind es nach *Dareste*'s Meinung doch gewöhnlich Noctiluken, welche dieses Phänomen bedingen. Er erinnert an die Erfahrungen von *de Quatrefages* (ibid. Sér. 3. T. 14. p. 260), denen gemäß die Noctiluken nicht immer lebhafte Funken geben, sondern daß unter gewissen Umständen das Licht durch eine beständige, aber wenig intensive Helligkeit („par une clarté fixe et peu intense") gleichsam ersetzt wird, welche die Thiere weiß erscheinen lassen. „Man begreift so, wie diese Geschöpfe in dichter Menge betrachtet, eine stete Helle bewirken und das Meer in weiter Ausdehnung milchig färben können."

Soweit *Dareste*. Ich bin der Ansicht, daß es ein ganz bestimmter Entwicklungszustand der Noctiluken ist, welcher zu dieser Erscheinung den Anlaß gibt.

in Triest, der mich sowohl bei der Ausrüstung zu meiner Reise an das Rothe Meer als auch nachher bei Sortirung der mitgebrachten Objecte so wirksam unterstützte, erkannte sofort, daß diese Gallertkügelchen veritable Noctiluken waren. Auch habe ich mir das Vergnügen nicht versagen können, den besten Kennern dieser Protozoëngruppe, Herrn Hofrath Professor Dr. *Bütschli* in Heidelberg und Herrn Professor Dr. *K. Brandt* in Kiel, Proben der in Alkohol conservirten Gallerte zuzusenden; nach dem übereinstimmenden Urtheile dieser Specialforscher ist die Noctiluca des Rothen Meeres mit Noctiluca miliaris der Nordsee und des Atlantischen Oceans höchst wahrscheinlich identisch[1]). Mit ihr stimmen morphologisch und, wie wir sogleich erfahren werden, auch physiologisch jene Kügelchen überein, welche, zwar weit spärlicher, in dem Hafenwasser von Massaua jederzeit anzutreffen waren und dessen ungemein lebhafte Phosphorescenz bedingten[2]).

[1]) Herr Professor Dr. *K. Brandt* theilte mir gütigst Folgendes mit: „Die übersandte Probe enthielt Exemplare von Noctiluca, die — soweit sich das an conservirten Objecten entscheiden läßt — mit Noctiluca miliaris identisch sind. Nach *Bütschli* (Protozoën in *Bronn*'s Classen und Ordnungen des Thierreiches) ist bis jetzt nur diese eine Art von *N.* sicher begründet. Von den außerdem aufgestellten Species ist die eine (N. punctata *Busch*) nur ein Zustand von N. miliaris; die beiden anderen, welche *Giglioli* aufgestellt hat, sind so ungenügend untersucht und beschrieben worden, daß man sie am besten ganz unberücksichtigt läßt. Es wäre noch möglich, daß die Species neu ist. Da ich aber bei den vorliegenden Exemplaren in keinem Theile des Körpers einen Unterschied von N. miliaris habe auffinden können, so glaube ich, daß wir es hier mit dieser zu thun haben. Völlige Sicherheit über diesen Punct ist nur bei Untersuchung lebender Exemplare zu erlangen."

[2]) Die rothe Färbung verschwand im Alkohol rasch, indem die sie verursachenden Farbstoffe in Lösung gingen. Ich habe den gefärbten alkoholischen Auszug einer Verseifung mit Natronlauge unterworfen und so gefunden, daß die Färbung ebenso wie bei Euglena sanguinea, dessen als „Hämatochrom" bezeichnetes Farbstoffgemisch ich früher (cf. meine Vergl.-

Die Zahl der Noctiluken in dem Hafenwasser wechselte an nicht gar entfernt von einander liegenden Plätzen wie an verschiedenen Tagen oft recht beträchtlich. Gießt man im Dunkeln das Wasser aus einem enghalsigen Gefäße in eine Schale vorsichtig aus, so wird jedes Thierchen durch den sowohl beim Ueberspringen des Gefäßrandes wie auch beim Einfallen in die unterstehende Schale verursachten mechanischen Reiz zum Leuchten veranlaßt, und es fällt daher nicht schwer, die Zahl der Noctiluken in einem bestimmten Wasservolumen festzustellen. So zählte ich bisweilen in 100 resp. in 50 cbc. des Hafenwassers nur Ein Thierchen, in anderen Proben kam dagegen auf 5 cbc. eine Noctiluke, und der Fall, wo sich in 10 cbc. ein Individuum befand, traf am häufigsten ein. Hiernach glaube ich annehmen zu sollen, daß jenes massenhafte Auftreten dieser Geschöpfe im Canale von Massaua eine rein periodische Erscheinung gewesen ist[1]). Schon Tags darauf, wo die Meeresoberfläche wieder spiegelglatt vor uns ausgebreitet lag, war in dem Canale weder etwas von dem blutrothen, noch von dem milchigen Ueberzuge wahrzunehmen; ebenso plötzlich wie die Noctiluken am 11. Januar aufgetaucht waren, waren sie jetzt auch wieder verschwunden.

---

physiologischen Vorträge. Heft 3. Heidelberg. 1884. S. 122) zergliedert habe, ein Gemenge zweier Pigmente, nämlich eines chlorophan- und eines rhodophanartigen Lipochromes ist. Voraussichtlich sind die beiden Fettfarbstoffe bei Noctiluca und Euglena ein und dieselben.

[1]) Diese Vermuthung finden wir schon von *Ehrenberg* (a. a. O., S. 559) ausgesprochen, welchem dieselbe zu folgender Betrachtung Veranlassung gab:

„Die Periodicität des Erscheinens zahlloser Heere von Leuchtthieren an der Oberfläche und die Coïncidenz mit Gewitterschwüle ist vielen anderen Erscheinungen der Thierwelt sehr ähnlich. Junge Frösche verbreiten sich beim Gewitter in zahlloser Menge über das Land. Fische sind zuweilen in unabsehbarer Menge an der Oberfläche. Die Schneewürmer kriechen zuweilen gleichzeitig in unabsehbaren Schaaren aus ihrem Versteck auf den Schnee und beim Gewitter kriechen sehr häufig die Schmetterlinge gleichzeitig aus ihren Puppen."

Noch am Abende der Heimkehr von unserer Seimafahrt habe ich an den mitgebrachten Gallertkörnchen, von denen wir jetzt wissen, daß es echte Noctiluken waren, das nur durch äußere Reize erregbare Leuchtvermögen, das Verhalten zu einigen Giften und bei allmäliger Erwärmung geprüft. Es ergab sich hierbei, daß zwischen diesen Gallertmassen und den einzelnen leuchtenden Kügelchen, welche ich in dem Hafenwasser niemals ganz vermisste, eine vollkommene Uebereinstimmung besteht, und daß deshalb das von dem Einen zu Sagende auch für das Andere Gültigkeit mitbesitzt. Doch bevor wir auf die Versuche näher eingehen, möchte ich zweier Beobachtungen in der freien Natur gedacht haben, welche für die Kenntniß des durch die Noctiluken, speciell in den südlicheren Breiten des Rothen Meeres, hervorgebrachten Meeresleuchten nicht belanglos sein dürften.

Der Abend des 9. Januar zeichnete sich in Massaua durch eine sonst seltene Dunkelheit aus, und der Silberglanz, welchen ich überhaupt nur einmal über den ganzen Meeresspiegel am eigentlichen Hafen ausgegossen sah[1]), fehlte an diesem Abende vollkommen. Das Auge war besonders empfindlich, die kleinsten Lichtdifferenzen zu unterscheiden, und in Folge einer tief gesunkenen Temperatur des Meerwassers (auf 28° *C.*) schienen jetzt auch die Noctiluken auf äußere Reize pünctlicher zu reagiren als gewöhnlich, wo die Temperatur eine höhere war.

[1]) Ob der matte Silberglanz, welcher über dem Hafen von Massaua eines Abends ausgebreitet lag und am intensivsten sich in der Bucht zwischen dem Gouvernementsgebäude und dem Festlande zeigte, auf abgestorbenen (*Ehrenberg*) resp. eigenthümlich modificirten Noctiluken (*A. de Quatrefages*, cf. S. 125, Anm.) oder auf leuchtenden Bacterienformen, aus deren gelungener Reincultur jüngst soviel Leben gemacht wurde, beruhte, vermag ich nicht anzugeben. Das ganz sporadische Auftreten dieser Erscheinung in Gebieten, welche sich stets als besonders reich an Noctiluken erwiesen, macht mich allerdings stark glauben, daß diesen Flagellatenformen (und nicht etwa Bacterien) auch das Erscheinen jenes gedämpften Silberlichtes zuzuschreiben ist.

Dicht zu meinen Füßen tummelten sich in der stillen Meerestiefe eine große Anzahl 0.1 bis 0.2 mtr. langer Fischchen: Clupeiden, Mugiliden, Crenidens, und besonders häufig erschien der an seinem langen, spitzen Maule leicht erkennliche Hemiramphus Dussumieri *C. & V.*, welcher mir den Hornhecht der Adria (Belone acus *Rond.*) in's Gedächtniß zurückrief. Die Fischchen waren unschwer von einander zu unterscheiden; denn ein goldiger Schein umflog sie, ihre Umrisse treu wiedergebend. Dieses Licht ging nicht (wie *Ehrenberg*[1]) glaubte, der etwas Aehnliches beobachtete) von den Fischen selber aus, sondern wurde ausschließlich von den Noctiluken des umgebenden Wassers entwickelt, die durch die Schwimmbewegungen der Fische in's Leuchten geriethen. Doch nur die stärker sich bewegenden Körpertheile vermochten die Noctiluken zum Leuchten zu veranlassen; an der Körpermitte, wo kein Flossenschlag sich regte, und welche bei jeder Wendung des Kopf- oder Schwanztheiles sich unbeweglich verhielt, reichte die Stärke der Bewegung nicht aus, die Leuchtorgane der Noctiluken in Thätigkeit zu versetzen.

Jede Bewegung der Fische wurde von den Noctiluken so prompt, zugleich aber auch nur so momentan andauernd beantwortet, daß, entsprechend der in relativer Ruhe verharrenden Körpermitte, die an mir vorübereilenden Fische sämmtlich durch ein mehr oder weniger scharf begrenztes Querband ausgezeichnet waren. Mehrere Fische zeigten vorübergehend sogar zwei dieser

[1]) *Ehrenberg* (a. a. O., S. 534) erzählt uns: „Im Juli 1823 hatten wir bei Moileh auf der Rhede ein sehr auffallendes Seeleuchten durch Züge kleiner Sardellen (Clupea erythraea), welche wir bis in weite Entfernung vom Schiffe verfolgen konnten. Ja es ließen sich die einzelnen Individuen zuweilen ganz scharf erkennen, obschon das sie umgebende Wasser ohne Funkeln und ganz dunkel war. Es ist daher unwahrscheinlich, daß diese Fischzüge nicht selbst mit Leuchtstoff umgeben gewesen wären, sondern nur im Vorbeischwimmen den Leuchtstoff des Meeres berührt hätten; auch war das Meer damals beim Rudern nicht ungewöhnlich leuchtend."

schwarzen Querbinden, deren Auftreten allein durch den Ablauf einer complicirteren Schwimmbewegung zu erklären ist.

Die zweite Beobachtung ist folgende. Um mir eine eigene Anschauung über das angebliche Phosphoresciren anderer Meeresbewohner zu bilden, nahm ich Alles, was mir bei meinen Meeresfahrten irgendwie auffiel, in das Schiff hinein und ließ es vom Strande aus in meine Wohnung schaffen. So hatte ich in Massaua jederzeit einen Berg frisch gesammelter Korallen in meiner unmittelbaren Umgebung, von denen zwar die meisten am nächsten Tage dem flüssigen Elemente zurückgegeben wurden, um durch neue und frische Stücke ersetzt zu werden.

Blieben alle diese Frutti di mare ruhig sich selbst überlassen, so machte ich niemals eine ähnliche Beobachtung wie z. B. *Viviani* (1805), „der alles Kraut des Meeres durch anhängende Leuchtthierchen leuchtend sah". Nur die Repräsentanten einer einzigen Korallenfamilie leuchteten unter diesen Umständen ziemlich ausnahmslos, nämlich die Fungien (Fungia patella *Ellis.*) und die damit in der Umgebung von Schech Said allemal vergesellschaftet auftretende, dumb-bellförmige Haliglossa pectinata *Ehrbg.* Woher kam es, daß gerade diese Arten, sich selbst überlassen, so regelmäßig phosphorescirten? Es hält nicht schwer das zu entscheiden.

Die gallertigen Weichtheile der Fungiden, welche das scharfkantige Binnenskelet überziehen, bilden einen Sammelplatz für eine Anzahl mikroskopischer Wesen, und so auch für die Noctiluken. Ob dieselben, wie anzunehmen ist, an den Fungien nur mechanisch haften bleiben, um vielleicht demnächst cellular verdaut zu werden, ob sie hier Parasitismus oder Commensalismus treiben, sind völlig gleichgültige Dinge. Jedenfalls fallen aber die zarten Weichtheile der Fungien bei Berührung mit der Luft rasch einer Erweichung anheim, die schleimartige Materie fließt nach unten hin ab, und so sieht man, je nachdem das Kalk-

skelet aufgestellt worden ist, entweder den unteren Rand desselben oder den inneren Boden des Kelches resp. der Scheibe in hervorragender Weise durch die Noctiluken leuchten. Bei keiner anderen Korallenspecies des Rothen Meeres sind die anhängenden Noctiluken beim Absterben ihrer Träger auch nur annähernd derartigen äußeren Insulten ausgesetzt, als wenn sie durch die zerflossenen und langsam nach abwärts gleitenden Weichtheile über die zahlreichen spitzen, scharfen und kantigen Unebenheiten des Fungienskelets hingezerrt werden. So rasch folgen sich dabei die einzelnen Erregungen der Leuchtorgane, daß es scheinen möchte, als sei das Licht der Noctiluken ein continuirliches geworden. So ist die Sachlage nun zwar nicht; das Licht ist allemal intermittirend, aber unter diesen ganz abnormen Verhältnissen hält die Wirkung des äußeren Reizes ungleich länger an, als wenn die Noctiluken sich bei 28° *C.* im Hafen von Massaua frei bewegen.

Was die Noctiluken so interessant macht, ist ihre große Empfindlichkeit für Gifte, auch für solche, welche auf Pteroïdes griseum und Agaricus olearius äußerst langsam oder so gut wie gar nicht einwirken.

Ich experimentirte mit einer ca. 0.3%igen Curarelösung[1]), mit einer kalt gesättigten Veratrinlösung, mit einer 1%igen Chininchlorid-, Strychninnitrat- wie Atropinsulfatlösung und mit einem ungefähr 0.4%igen Nicotinwasser. Die Substanzen waren kalt in frisch geschöpftem Meerwasser gelöst, welches der Vorsicht halber vorher noch durch anhaltendes Schütteln mit atmosphärischer Luft gesättigt worden war. Das Verhalten der in dem Wasser selbst vorhandenen Noctiluken ließ ich unberücksichtigt und setzte den Giftlösungen Thiere aus anderen Wasserportionen zu, die sehr stark leuchtend sich erwiesen. Da ein Zutritt reinen Meerwassers unter diesen Versuchsbedingungen

[1]) Ueber die Bereitung derselben vgl. S. 95.

nicht zu vermeiden war, so sind die Gifte in einem noch etwas höheren Verdünnungsgrade zugegen gewesen, als oben angegeben ist.

Die Versuche mit Veratrin, Chinin und Nicotin begannen um 9 h. 30 min. Es waren je 3 Gläser mit dem gleichen Alkaloide angesetzt, und bis den 9 Flüssigkeiten die Noctiluken zugetheilt waren, vergingen 2 Minuten. In den Chinin- und Veratrinlösungen trat als sicheres Anzeichen einer Wirkung und zugleich als Zeichen der großen Empfindlichkeit der Noctiluken für diese Alkaloide sofort ein lebhaftes, mehrere Secunden anhaltendes Leuchten auf. Das Nicotin wirkte in analoger Weise ein, doch war das Leuchten allemal schwächer und weniger anhaltend als in dem Chinin- und Veratrinwasser. 9 h. 40 min. ist das Leuchten in sämmtlichen Proben vernichtet, die Thiere sind abgestorben.

Gleich darauf werden die Versuche mit dem Atropin, dem Curare, dem Strychnin angesetzt und auch mehrere Gläser mit destillirtem Wasser gefüllt. Obgleich die einzelnen Vergiftungen durchgängig verschiedene Male ausgeführt und zum größten Theile auch an den folgenden Abenden mit Noctiluken, welche sich in dem Wasser anderer Bezirke des Massauenser Hafens befunden hatten, wiederholt wurden, so blieben die Resultate stets die nämlichen. Destillirtes Wasser, Atropinsulfat wie Curare wirken zu Anfang lichterregend ein, und schon nach wenigen Minuten erfolgt der Tod des Thieres, mit dem ein ständiges Erlöschen des Leuchtvermögens verbunden ist. Das Strychninnitrat äußert unter allen diesen Substanzen die geringste Wirksamkeit, doch verzögert sich der Eintritt des Todes gegenüber den anderen Flüssigkeiten nur um einige Minuten.

Bei allmäliger Steigerung der normalen Temperatur des Meerwassers von 31 oder 32° *C.* bis auf 50° *C.* habe ich an den Noctiluken niemals eine lichterzeugende Wirkung wahrge-

nommen, vorausgesetzt, daß jede heftigere Erschütterung der Thiere vermieden wurde. In dem höher temperirten Wasser ließ sich somit der Grad der Empfindlichkeit der Thiere nur durch Schütteln des Gefäßes oder durch Rühren feststellen. Es zeigte sich übereinstimmend, daß bereits gegen 38° *C.* die Erregbarkeit des Leuchtvermögens des Protoplasmas für mechanische Reize erheblich abnahm, bei 38.5° *C.* nur noch sehr gering war, bei weiterer Steigerung der Temperatur ganz successive mehr und mehr erlahmte, bis zwischen 40 und 40.5° *C.* das Leuchten verschwand, um niemals wiederzukehren. Exstinctions- wie Absterbepunct ist in diesem Falle der nämliche, und es ergab sich für denselben bei den einzelnen Versuchen der folgende Temperaturgrad:

I. 40.3° *C.*
II. 40.3° *C.*
III. 40.5° *C.*
IV. 40.0° *C.*
V. 40.1° *C.*
VI. 40.5° *C.*

Als Mittel aus diesen Bestimmungen liegt der Exstinctions- und Absterbepunct bei 40.3° *C.*

Bei den vorstehend mitgetheilten Untersuchungen über die thierische und pflanzliche Phosphorescenz habe ich es mir vorwiegend angelegen sein lassen: 1. durch Aenderung des normal umgebenden Mediums sowie durch Einwirkung typisch angreifender chemischer Stoffe weitere Anhaltspuncte für die Auffassung zu gewinnen, daß überall da, wo Phosphorescenz bei Pflanzen oder Thieren wahrgenommen wird, vitale Processe sich entwickeln, welche in diesen Specialfällen, völlig analog der Wärme- und Electricitätsbildung durch lebende Wesen, zu Lichtproductionen

führen; 2. war ich aus dem gleichen Anlasse bemüht, genau zu ermitteln, welche Temperaturerhöhungen erforderlich sind, um die Lichtentwicklung unausführbar werden zu lassen resp. den Leuchtmechanismus dauernd außer Function zu setzen. Bei diesen Versuchen verfolgte ich nebenher den Zweck, über die chemische Beschaffenheit des lebenden Substrates, an welchem sich die Phosphorescenzerscheinungen abspielen, in's Klare zu kommen.

Ad 1 verweise ich nochmals auf die durchgreifende Verschiedenartigkeit im Verhalten der Land- und Meerbewohner gegen süßes Wasser und constatire, wie vordem schon *Pflüger*, daß alle energisch wirkenden Stoffe sog. Protoplasmagifte sind, Substanzen, welche nachweislich eine die Eiweißkörper coagulirende Eigenschaft besitzen. Beruhen schon alle widersprechenden Angaben auf ungenügenden oder fehlerhaften Beobachtungen, so kann ich jedoch nicht unbetont lassen, daß sich gerade den organischen Protoplasmagiften gegenüber, zu denen ich außer den Anästhetika *(Cl. Bernard)* das Veratrin *(Kühne)*, das Chinin *(Binz)* und das Nicotin rechnen muß, großartige Differenzen zwischen den Leuchtorganen verschiedener Organismen herausgestellt haben (vgl. Agaricus olearius mit Noctiluca miliaris), welche, obschon sie zum Theil nur quantitativer Natur zu sein pflegen und auch bei Protozoën wiederkehren, jedenfalls noch einer eingehenden Analyse bedürfen.

Wirkung künstlicher Eingriffe auf das Leuchtvermögen bei Pteroïdes griseum, Agaricus olearius und Noctiluca miliaris.

Es wirken:	stark reizend und darauf lähmend.	schwach reizend und bald lähmend.	direkt lähmend.	nicht in nennenswerther Weise.
Pteroïdes griseum	Destillirtes Wasser, Temperaturen von hoch in den 30er Graden, Veratrin, Strychnin, Chloroform, Alkohol	Chinin, Morphin, Coffeïn	Anorganische u. organische Säuren, Nicotin, Coniin, Curare	Atropin
Agaricus olearius	Chloroform, Alkalien	Nicotin	Chinin, Quecksilbersalze, Kupfersalze, Alkohol, Anorganische u. organische Säuren	Destillirtes Wasser, Strychnin, Coffeïn
Noctiluca miliaris (aus dem Rothen Meere)	Destillirtes Wasser, Veratrin, Chinin, Atropin, Curare	Nicotin	Temperaturen von nahezu 40° *C.*	

Allerdings nur in recht groben Umrissen habe ich beistehend die Ergebnisse meiner Vergiftungsversuche zusammengestellt; da fällt vor allen auf, daß einige Substanzen (Curare, Atropin, Nicotin) auf die Leuchtmaterie der Noctiluca, wenn auch nur vorübergehend, als Reize wirken, welchen auf die Leuchtzellen der Pteroïdes ein irritirender Einfluß völlig mangelt, und daß umgekehrt Temperaturen von hoch in den 30er Graden letztere Gebilde zu lebhafter Lichtentwicklung anregen, auf die Noctiluken aber nicht leuchtenerregend einwirken. Diese Verhältnisse geben uns Winke, welche sich, wenn späterhin mehrere phosphorescirende Organismen

ebenso gründlich untersucht sein werden, weiter dazu benutzen lassen, in den chemischen Bau der Leuchtorgane tiefer einzudringen.

Lage des Exstinctions- und Absterbepunctes für die Leuchtorgane verschiedener Organismen.

(Ausgenommen Noctiluca, wo Exstinctions- und Absterbepunct identisch sind, ist überall da, wo die Rubriken für beide nicht gesondert ausgefüllt sind, den Angaben der Autoren nicht zu entnehmen, ob sich dieselben auf den Exstinctions- oder auf den Absterbepunct beziehen. Alle Temperaturangaben sind auf Centesimalgrade reducirt.)

Species.	Exstinctionspunct.	Absterbepunct.	Angaben bezüglich des Temperaturminimums u. Optimums.	Beobachter.
Faules Holz	37.5° — 40° *(Hdt.)*		Untere Grenze möglicher Phosphorescenz wahrscheinlich nahezu dem Gefrierpuncte liegend *(Heinrich)*	*A.v. Humboldt, Fr. Ludwig, Heinrich*
	ca. 45° *(L.)*	50° *(L.)*		
Noctiluca miliaris	40° *(Q.)*			*A. de Quatrefages, Krukenberg*
	40.3° *(Kbg.)*			
Agaricus olearius	39.5° (in Süßwasser *Kbg.*)	50° (in Süßwasser *F.*) ca. 42° (in Süßwasser *Kbg.*)	Zwischen +3° u. +4° Exstinction. Absterbepunct etwas tiefer als +2°. Optimum zwischen +8° oder +9° u. 30° *(F.)*	*Fabre, Krukenberg*
Pennatula	49°			*Panceri*
Pteroïdes griseum	39.9° (in dest. Wasser) 40.5° (in Meerwasser)	40.5° (in dest. Wasser) 41.3° (in Meerwasser)		*Krukenberg*
Beroiden	40° — 50° (Meerwasser)		bei 0° in dest. Wasser wie i. Meerwasser noch normal leuchtend	*Panceri*
Phyllirrhoë bucephala	61° (Meerwasser)		leuchtet noch bei 0°	„
Pyrosoma giganteum	45° (Süßwasser) gegen 60° (Meerwasser)		leuchtet noch bei 1°	„
Pholas dactylus	73°, ja erst bei 76°			„
Lampyris splendidula		57°	Exstinction bei +12°. Leuchten noch bei 0° am todten Thiere durch Erhitzen hervorzurufen	*Macaire*
Luciola italica	50°		Exstinction bei — 7.5°	*Matteucci*
Pyrophorus	46° — 47°	55°	bei — 100° noch schwach, aber deutlich leuchtend	*Raph. Dubois*

Ad 2 füge ich hier eine tabellarische Uebersicht bei, welche uns das so unterschiedliche Verhalten der Leuchtvorrichtungen verschiedener Lebewesen höheren Temperaturen gegenüber veranschaulicht. Sind die Angaben der einzelnen Forscher, was Genauigkeit der Resultate anbelangt, auch nicht gut unter einander vergleichbar, sind gegen die Richtigkeit der von allen übrigen Ergebnissen zu sehr abweichenden *Macaire*'schen Bestimmungen des ertragbaren Temperaturminimums an Lampyris selbst begründete Zweifel zu erheben, so entnehmen wir denselben doch die Thatsache, daß das Leuchten bei verschiedenen Geschöpfen an die Gegenwart recht differenter Eiweißstoffe gebunden ist.

Classe.	Species.	Ertragbares Temperaturmaximum resp. Eintritt temporärer Wärmestarre.	Absterbepunct.	Beobachter.
Protoplasmatische Gebilde	Didymium serpula	ca. 30°	ca. 35° (2 Min. lang erwärmt)	*W. Kühne*
	Aethalium septicum	ca. 39°	ca. 40° (2 Min. lang erwärmt)	
	Actinophrys Eichhornii	ca. 38°	ca. 43°	*M. Schultze*
	Miliola	ca. 38°	ca. 43—48°	
	Staubfadenhaare v. Tradescantia virginica	ca. 46° (vorübergehende Kältestarre b. —14°)	ca. 47—48°	*W. Kühne*
	Saccharomyces cerevisiae	—	ca. 53°	*Liebig, Pasteur, A. Mayer* a. A.
	Sporen v. Penicillium glaucum u. v. Rhizopus nigricans	70—80° (in Luft erwärmt)	54—55° (in geeigneten Nährflüssigkeiten erwärmt) 82—84° (in Luft erwärmt)	*P. Tarnowsky*
Cölenteraten	Aurelia aurita (des Étang de Berre *[Kbg.]*)	29.5° *(Rs.)* (vorübergehende Kältestarre b. —6.7°)	34° *(Kbg.)*	*Romanes u. Krukenberg*
	Rhizostoma Cuvieri (ebendaher)	ca. 30°	ca. 35°	*Krukenberg*
	Chiaja (multicornis?)	40—41° (Stillst. d. Schwingplättchenbewegung)		

Classe.	Species.	Ertragbares Temperaturmaximum resp. Eintritt temporärer Wärmestarre.	Absterbepunct.	Beobachter.
Echinodermen	Comatula mediterranea	—	35—36° (Brüchigkeitenorm)	*W. Preyer*
	Echinaster sepositus	26—30° (Selbstwendung unmöglich) 30° (Saugmechanismus versagt)	35.9°	
	Luidia ciliaris	31° 22.9—30.5° (Selbstwendung unmöglich)	35 resp. 35.3°	
	Asterias glacialis	ca. 25° 25.0—28.1 Selbstwendung aufgehoben 31.1—33.2 Selbstwendung aufgehoben	36.1° (bei 33.4° unvollständige Erholung)	
Würmer	Diopatra	30° (18 Stunden lang)	40° (stirbt rasch)	*J. Frenzel*
Mollusken	Aplysia	26°	—	
	Pleurobranchaea	—	40° (rasch zu Grunde gehend)	
	Sepia officinalis	—	38—39° (2 Min. erwärmt)	*P. Bert*
Tunicaten	Ciona intestinalis	37° (Herzstillstand)	41°	*Krukenberg*
Crustaceen	Scyllarus	25°	30° (noch eine Stunde am Leben bleibend)	*J. Frenzel*
	Inachus scorpio	—	38° (nach 1 Min. todt)	*Krukenberg*
	Idotea tricuspidata	—	ca. 35° (rasch eintretender Tod)	
Leptocardier	Amphioxus lanceolatus	—	41° (2 Min. erwärmt)	*P. Bert*

Eine dritte Tabelle resumirt uns (ebenfalls in Graden *Celsius* ausgedrückt) die Temperaturen, welchen das Leben verschiedener Thierspecies und Mikroorganismen nicht mehr gewachsen ist[1]).

[1]) Genauere Bestimmungen der von Protisten und Wirbellosen ertragbaren Temperaturgrade sind zuerst von *Max Schultze* (Das Protoplasma der Rhizopoden und der Pflanzenzellen. Leipzig. 1863), von *W. Kühne* (Unters. über das Protoplasma u. die Contractilität. Leipzig. 1864) und von *P. Bert*

Wir constatiren so, daß, abgesehen von dem ruhenden, trockenen und schwer benetzbaren Protoplasma der Sporen und mancher Bacterienformen, die lebenswidrig wirkenden Temperaturen sich in weit engeren Grenzen halten als die Schwankungen des Absterbepunctes der Leuchtorgane. Ich halte es für zulässig, alle die Fälle, bei denen das Leuchten schon unter 50° *C.* erlischt, auf lebendes, contractiles Eiweiß zurückzuführen, während ich diejenigen, bei denen die Tödtungstemperatur sich über 50° *C.* hinausschiebt, als auf lebendem, nicht contractilem Eiweiß beruhend ansehen zu müssen glaube. Indem wir lebendes Eiweiß statt Protoplasma setzen, führen wir einen präcisen Begriff statt eines unbestimmten ein und tragen so, wenigstens meiner Meinung nach, dem Beobachteten besser Rechnung. Späteren Untersuchern bleibt es vorbehalten, den Nachweis zu liefern, ob die Lichtentwicklung in diesem und jenem Falle an einem Globuline oder einem Albumine abläuft.

(Compt. rend. T. 65. 1867. p. 300—303 u. p. 364—367) ausgeführt. Später hat sich ohne sonderlichen Erfolg auch *J. Frenzel* (Arch. f. d. ges. Physiologie. Bd. 36. 1885. S. 458—466) der Frage angenommen. Erst *W. Preyer* (Mitth. a. d. Zool. Station zu Neapel. Bd. 7. Heft 1. 1886. S. 27—127 u. Heft 2. 1887. S. 191—233) verdanken wir, wenigstens für mehrere Repräsentanten eines Typus, der Echinodermen nämlich, sorgsam angestellte und genau referirte Reihen von Beobachtungen. Auch ich habe einige Bestimmungen dieser Art ausgeführt, deren allgemeine Resultate in obiger Tabelle mitberücksichtigt sind. Ein weitaus größerer Werth zwar als diesen Bauschanalysen —, denen erst dann ein größeres Interesse abzugewinnen sein wird, wenn sie mit Versuchen an den aus der betreffenden Species isolirten Eiweißkörpern oder auch nur mit Coagulationsbestimmungen an den Organauszügen (wie solche in größerem Umfange nur für die contractilen Gewebe [cf. diese Studien. 1. Reihe. 2. Abth. 1880. S. 2—12] und die Gewebssäfte [cf. ibid. 2. Reihe. 1. Abth. 1882. S. 88—120] vorliegen) in einen richtigen Zusammenhang gebracht worden sind, — dürfte zusammenfassenden Arbeiten der von einzelnen Organen (z. B. Herz, Skeletmuskeln, Chromatophoren und Chromatoblasten) verschiedener Thierspecies ertragbaren Temperaturen zu vindiciren sein.

Object.	Farbe des Phosphorescenzlichtes.	Beobachter.
Leuchtende Mycelien an faulem Holze	deutlich hellblau (für das mehrstündig ausgeruhte Auge)	*Fr. Ludwig*
Agaricus Gardneri	mit leicht grünlichem Tone	*Hooker*
Ag. igneus	mit bläulichem Schimmer	*Rumph*
Ag. olearius	dem Leuchten des Phosphors täuschend ähnlich	*Tulasne, Krukenberg*
Noctiluca miliaris (im Hafen von Massaua)	Zwischenstufe von Silber- u. Goldglanz	*Krukenberg*
Pteroïdes griseum	grünlich	„ „
Veretillum cynomorium	ziemlich reines Weiß	„ „
Cunina moneta	bläulich u. so intensiv, daß es bei trübem u. regnerischem Wetter selbst am vollen Tage zu sehen war	*Panceri*
Beroiden des Mittelmeeres	lebhaft lasurblau	„ „
Bolina hibernica	mehr mit einem Stich in's Gelbe als das Licht der übrigen mittell. Beroiden	„ „
Unbestimmt gelassene Art von Cestum im indischen und austral-atlant. Ocean	gelbroth	*Giglioli*
Pyrosoma giganteum	himmelblau	*Panceri*
Pyr. atlanticum	anfangs roth, dann purpurn, orange; später grünlich u. endlich ultramarinblau	*Péron* und *Bennet* [1])
Lampyris splendidula	bläulich	*Raph. Dubois*
Luciola italica	obschon sehr lebhaft, doch bleicher als das Licht der Lampyris u. ein wenig in's Goldgelbe übergehend	„ „
Pyrophorus	grün	„ „

[1]) Eine dreifarbige Phosphorescenz beobachtete *Giglioli* bei seiner Ueberfahrt von Montevideo nach Batavia auch an Appendicularien.

Schließlich sei noch durch eine vierte Tabelle die Aufmerksamkeit auf die Abweichungen in der Farbe des Phosphorescenzlichtes gerichtet. Ob wir in diesen unterschiedlichen Farbentönen nur den Ausdruck quantitativer Differenzen zu sehen haben —, derart etwa, wie die thierische Wärmebildung hier bei Erreichung einer niedrigeren, dort erst bei Erreichung einer höheren Temperatur Halt macht —, oder ob diesen physikalischen Unterschieden auch qualitativ chemische zu Grunde liegen, wird sich nur mittelst eines umfangreicheren und besser als bis jetzt untersuchten Vergleichsmateriales endgültig entscheiden lassen. Doch erlauben die schon jetzt beigebrachten Thatsachen (wechselnde Farbe des Phosphorescenzlichtes bei Pyrosoma atlanticum, annähernde Uebereinstimmung des Exstinctionspunktes bei grün [Pteroïdes griseum], weiß [Agaricus olearius] und lebhaft lasurblau phosphorescirenden Formen) diese Fragen zu Gunsten der ersten von uns aufgestellten Möglichkeit mit großer Wahrscheinlichkeit zu beantworten.

Zur Erläuterung des Titelbildes.

Erleuchtung des Hafens von Massaua durch thierisches Licht an einem Januarabende des Jahres 1887.

Wir befinden uns in der Nähe des italienischen Barackenlagers auf Gerrâr, einer der beiden Landzungen, welche das Festland in den Hafen von Massaua hineinschickt. Unser Blick ruht auf Taolud, welches wir von seiner nördlichen Spitze bis zu den luftigen Zelten und Remisen der Garnison von hier aus übersehen. Zu unserer Linken präsentirt sich der Gouvernementspalast mit seiner stolzen Kuppel und seinen einladenden Gallericen; rechts davon das erleuchtete Casino und die Amtswohnungen der italienischen Offiziere; dann wird die Uebergangsstelle nach Massaua sichtbar, hinter welcher abermals zwei stattliche Quartiere hervortreten: das Staatsgefängniß und die Wohnungen des Vicegouverneurs.

Nur einen Theil der Korallenhäuser von Massaua läßt Taolud linkerseits unverdeckt; wir sehen in gerader Richtung über die Stadt wie über den ca. 1.5 geogr. Meilen breiten Golf von Herkiko hinweg und gewahren am Horizonte die unterste Stufe der drei gewaltigen Bergterrassen, welche uns die verhängnißvollen Schluchten der abessinischen Alpen hier verhüllen.

Der Himmel ist bewölkt; weder der Mond noch die Sterne senden ihre Strahlen zur Erde nieder; doch um so prächtiger leuchtet das Meer. Soweit das Auge reicht, ist über dem Wasser ein lichter Silberglanz ausgegossen, und dicht am Ufer entlocken munter sich tummelnde Fischchen den Noctiluken ein goldenes Licht (vgl. S. 129). Ein Sambuck hat sich für heute seiner letzten Ladung an Korallen für den Ausbau der Verschanzungen entledigt; er schickt sich an, seinen Weg um das Gouvernementsgebäude fortzusetzen, um sich für die Nacht ein geschützteres Plätzchen im Hafen von Massaua zu suchen. Die Fungien, die er vor uns abgeladen hat, zerfließen am Boden, und überall da, wo der zarte Schleim über die scharfen Kanten und Spitzen des festen, kalkigen Binnengerüstes gleitet, leuchten die empfindlichen Noctiluken (vgl. S. 130) ebenso golden und hell, als wenn sie, von dem Flossenschlage der Fische getroffen oder von den Rädern der Dampfer ergriffen, aus ihrer Ruhelage aufgestört werden.

Fortgesetzte Untersuchungen zur vergleichenden Muskelphysiologie.

(Hierzu Taf. II.)

Wie aus meinen zahlreichen Arbeiten über die chemische Zusammensetzung der contractilen Gewebe[1]) ersichtlich ist, zeichnen sich die Muskeln bei Vertretern gewisser Thierclassen dadurch aus, daß sie Substanzen, welche allgemein als Excretstoffe angesehen werden, aufstapeln, und zwar oft in recht bedeutender Menge. Wir wissen, daß die chemische Beschaffenheit derartiger, von dem Muskelgewebe retinirter Stoffe, den Thierclassen entsprechend, eine sehr mannigfaltige ist. So werden bei sämmtlichen Selachiern colossale Harnstoffquantitäten, theils frei, theils locker chemisch gebunden[2]), von den Muskeln festgehalten; in dem Fleische der Crocodile und Alligatoren kommt es leicht zur Ablagerung von Uraten, die Muskeln der Cephalopoden sind ausnehmend reich an Taurin, die mancher Lamellibranchiaten enthalten reichlich Glycin, in Krebsmuskeln findet sich Tyrosin, und in den meerblauen Muskeln des seltenen Luvarus imperialis stieß ich bei der Untersuchung auf erhebliche Quantitäten reinsten Kreatinins. Diese Befunde haben mich veranlaßt, meine Prüfungen der contractilen Gewebe niedrig stehender Vertebraten und Evertebraten auf Substanzen, welche normal oder unter

[1]) Cf. meine „Grundzüge einer vgl. Physiologie der contractilen Gewebe". Heidelberg. 1886. S. 312—316.

[2]) Vgl. *Krukenberg*, Die Harnstoffretention in den Organen der Rochen u. Haie. Centralbl. f. d. medic. Wissensch. 1887. No. 25. 18. Juni. S. 450 bis 455.

pathologischen Zuständen in dem Harne höher organisirter Wirbelthiere auftreten, auszudehnen.

Nach den gemachten Erfahrungen empfahl es sich ganz besonders, an den kalt bereiteten Muskelauszügen den Indol- und Indicannachweis zu versuchen, und das Verhalten dieser Extracte gegen Eisenchlorid und Nitroprussidnatrium festzustellen. Letztere beiden Reagentien sind durch die Beobachtungen an diabetischen Urinen von hervorragender Bedeutung geworden, und wir wissen jetzt, daß gleich diesen auch die Lösungen der Aethyldiacetsäure (= Acetessigester, Acetessigsäure-Aethyläther; CH_3-CO-CH_2-$COOC_2H_5$) und der Acetessigsäure (= Acetylessigsäure; CH_3-CO-CH_2-COOH) durch Eisenchlorid eine schön braunrothe Färbung annehmen, und daß nicht nur die Lösungen des Kreatinins und der Schwefelalkalien bei nachherigem Alkalizusatz auf Nitroprussidnatrium mit einer intensiven Purpurfärbung reagiren, sondern daß sich auch das Aceton (CH_3-CO-CH_3), der Aldehyd (CH_3-COH), die Aethyldiacetsäure, die Acetessigsäure und, wie ich als Resultate der Untersuchungen des Herrn *R. Hemala* noch hinzufügen kann, auch das Mercaptan (CH_3-CH_2-SH) und das Phloroglucin (wahrscheinlich 1, 3, 5 Trioxybenzol) recht ähnlich verhalten. Die von coagulirbarem Eiweiß, den Phosphaten, dem Inosit u. s. w. sorgfältig befreiten Fleischauszüge sind von mir nicht nur bei mehreren Fischen[1]), sondern auch bei Doriopsis limbata und Tethys fimbria[2]) mittelst Nitroprussidnatrium und Natronlauge mit negativem oder jedenfalls zweifelhaftem Erfolge schon früher auf Kreatinin untersucht worden; aber seit unseren Aufschlüssen über Acetonurie und Diaceturie[3]) galt es an der Hand dieses Reagens

[1]) Unters. a. d. physiol. Inst. d. Univ. Heidelberg. Bd. 4. Heft 1 u. 2. 1881. S. 33—63.

[2]) Ebenda, Bd. 3. Heft 3 u. 4. 1880. S. 206.

[3]) Vgl. besonders die Aufsätze von *E. Legal* (Breslauer ärztl. Zeitschrift. 1883. No. 3 u. 4), *R. v. Jaksch* (Zeitschr. f. physiol. Chemie. Bd. 7.

auch auf jene flüchtigen Substanzen in den **kalt** bereiteten Fleischauszügen zu fahnden, was bislang noch unterlassen wurde.

Bei dem Nachweise des Indols und Indicans wurden die gebräuchlichen Methoden in Anwendung gebracht, welche in meinem „Grundriß der medic.-chemischen Analyse“ (Heidelberg. 1884. S. 52 u. 88) genauer beschrieben sind. Hier genügt es zu erwähnen, daß der Indolnachweis an kalt bereiteten Extracten oder an dem Destillate derselben mittelst eines mit concentrirter rohen Salzsäure befeuchteten Fichtenspahnes resp. mit salpetriger Salpetersäure bei schwach alkalischer oder neutraler Reaction der zu untersuchenden Flüssigkeit anzustellen ist, daß der Indicannachweis gleichfalls nur an kalt bereiteten Auszügen, bei genauer Einhaltung der vorschriftsmäßigen Reagensmengen, mit concentrirter Salzsäure und Chlorkalk zu geschehen hat, und daß bei den Prüfungen mit Eisenchlorid wie mit Nitroprussidnatrium nicht weniger vorsichtig mit den Zusatzmitteln verfahren werden muß. Ich führte die Reactionen gewöhnlich nur an den Auszügen, selten zugleich (so an dem Fleische und dem Electrischen Organe von Torpedo, an den Muskeln von Homarus und Eledone) an dem Destillate derselben aus und beschränkte mich bei dem Indolnachweise meist auf die Prüfung mit dem Fichtenspahn; nur den Auszug des Eledone- und Torpedofleisches sowie den des Electrischen Organes von Torpedo habe ich auch mit salpetriger Salpetersäure auf Indol untersucht.

Die Ergebnisse dieser Versuche sind aus beistehender Tabelle ersichtlich. Dieselben fielen für das Indol und Indican sowie für die Eisenchloridreaction durchgängig negativ aus, und aus dem Umstande, daß durch das Eisensalz nur eine gelbliche, niemals eine braune, rothe, violette oder sonst eine charakteristische

Heft 6. 1883. S. 487—490, sowie „Ueber Acetonurie u. Diaceturie“. Berlin. 1885) und von mir (Zur Charakteristik einiger physiol. u. klinisch wichtigeren Farbenreactionen. Aus dem 18. Bd. [Neue Folge] der Verh. d. Würzburger physik.-med. Gesellschaft. 1884).

Färbung erreicht wurde, läßt sich für die untersuchten Organe der Fische und der Wirbellosen zugleich die Abwesenheit des z. B. im menschlichen Speichel ziemlich regelmäßig vorhandenen Rhodanalkalis erschließen. Mit Ausnahme der Gastropoden[1]), der Ascidie und des wässrigen Auszuges ganzer Suberiten, wo das Ergebniß fraglich blieb, lieferte dagegen die Nitroprussidreaction allemal ein positives Resultat.

Ergebnisse meiner Prüfungen mit Eisenchlorid und Nitroprussidnatrium sowie meiner versuchten Indol- und Indicannachweise in den Geweben wirbelloser Thiere.

Object.	Charakteristische Braun- od. Rothfärbung durch Eisenchlorid.	Indolreaction mit Fichtenspahn u. conc. Salzsäure.	Indicanreaction m. conc. Salzsäure.	Typische Färbung bei Zusatz v. Nitroprussidnatrium zur schwach sauren Lösung und darauf	
				Kalilauge	oder Ammoniak
Fleisch von Mustelus laevis	0	0	0	stark purpurroth	stark purpurroth
Fleisch von Torpedo marmorata	0		0	intensiv purpurroth	schön purpurfarbig
Elektr. Organ v. T. marmorata	0	0	0	„ „	„ „
Muskeln von Homarus vulgaris	0		0	purpurroth	purpurroth
Leber von H. vulgaris	0	0	0	„ „ (aber schwächer als bei d. Muskeln)	„ „
Leber von Astropecten aurantiacus	0	0	0	stark purpurn	stark purpurfarbig
Hautmuskulatur v. Eledone moschata	0	0	0	ausnehmend schwache Violettfärbung	
Leber von E. moschata	0	0	0	purpurroth	purpurn
Venenanhänge v. E. moschata		0	0	„ „	„ „
Hautmuskelschlauch von Doris tuberculata	0	0	0	0	0
Leber von D. tuberculata			0	0	0
Fußmuskulatur von Fissurella costaria	0	0		0	0
Harnsäure enthaltende Darmdrüsen von Phallusia mammillata	0	0	0	0	0
Suberites domuncula	0	0	0	Andeutung einer Purpurfärbung	

[1]) Der wässrige, mit Essigsäure schwach angesäuerte Leberauszug von Fissurella costaria gestattete wegen seines Gehaltes an einem prachtvoll

Meine disponibele Zeit reichte nicht aus, diese nicht nur vergleichend-physiologisch, sondern auch medicinisch wichtige Thatsache näher zu verfolgen, und so ersuchte ich einen chemisch geübten Praktikanten, Herrn cand. med. *R. Hemala*, die Untersuchung fortzusetzen. Bei Versuchen mit Hummerfleisch wie mit Hummerlebern, in welchen der fragliche, durch Nitroprussidnatrium indicirte Körper in größerer Menge vorhanden zu sein schien, war mir bereits in Triest aufgefallen, daß die Nitroprussidreaction mit Ammoniak ebenso gut, ja ich möchte sagen, noch besser als mit Natron- oder Kalilauge auftrat. Auch brauchte ich bei dem Zusatze eines fixen Alkalis hier lange nicht so vorsichtig zu verfahren als bei der Kreatininprobe; denn ein Ueberschuß des Alkalis wirkte auf das entstandene Pigment weit weniger zerstörend ein, und überdies bedurfte es zum vollen Erscheinen der Reaction eines höheren Alkalescenzgrades als bei dem *Weyl*'schen Kreatininnachweise.

Mehr oder weniger deutlich begegnete ich diesen Eigenthümlichkeiten bei allen, in obiger Uebersichtstafel verzeichneten positiven Befunden, und obschon die spontane Vergilbung der purpurfarbigen Flüssigkeit (welche nach Zusatz von Ammoniak aber stets langsamer erfolgte als bei Anwendung von Kali- oder Natronlauge) sowie die Abscheidung von Berlinerblau bei nachträglicher Behandlung der Probe nach meinem oder *Salkowski*'s Vorschlage[1]) niemals ausblieb, so war damit doch zur Genüge bewiesen, daß nothwendig eine andere Substanz als Kreatinin das Eintreten der Nitroprussidreaction bedingen mußte. Schließlich hatten auch mehrere Beobachtungen angedeutet, daß es ein flüchtiger oder wenigstens ein leicht zersetzlicher Körper war,

purpurrothen, grün fluorescirenden Pigmente, welches auch in alkalischer Flüssigkeit sich größtentheils erhielt und eine Specialuntersuchung sehr lohnend erscheinen lassen dürfte, keine Prüfung auf die Stoffe.

[1]) Vgl. *Krukenberg*, Zur Charakteristik etc. Würzburg. 1884. S. 5 u. 6.

welcher auf die alkalische Nitroprussidnatriumlösung mit einer Purpurfärbung reagirte.

Herr *Hemala* hat viel Mühe und Arbeit darangesetzt, dem fraglichen Körper auf die Spur zu kommen. Er traf zweifellos denselben Körper, welchem ich bei Selachiern und Wirbellosen zuerst begegnet war, im Fleische der Schleie (Tinca vulgaris *Cuv.*), in den Muskeln und dem Lebergewebe des Flußkrebses (Astacus fluviatilis *Rond.*) an und war so im Stande eine genaue Parallele zu dem Verhalten der übrigen, auf Nitroprussidnatrium ähnlich reagirenden Stoffe zu ziehen. Ich habe den *Hemala*'schen Versuchen meine volle Aufmerksamkeit zugewendet und kann deshalb für die Richtigkeit der Angaben miteinstehen. Wir haben es für zweckmäßig erachtet, die hier interessirenden Befunde einfach tabellarisch zusammenzufassen; näher präcisiren lassen sich die einzelnen Daten erst in einer besonderen Abhandlung.

Die bei den Eisenchlorid- und den Nitroprussidsalzreactionen in Frage kommenden anorganischen und organischen Substanzen.

(Sämmtliche Stoffe sind diffundibel, in Wasser und Alkohol löslich.)

Untersuchte Substanz.	Verhalten beim Erwärmen.	Löslich in	Färbung mit Eisenchlorid.	Verhalten zu Nitroprussidnatrium und Kali- (oder Natron-)Lauge				Verhalten zu Nitroprussidnatrium und Ammoniak				Spectralverhalten der Nitroprussidfarbstoffe.	Anmerkungen.
				in der Kälte.	beim Erhitzen.	auf nachträglichen Essigsäurezusatz: in der Kälte.	auf nachträglichen Essigsäurezusatz: nach dem Erhitzen.	in der Kälte.	in der Wärme.	auf nachherigen Essigsäurezusatz: in der Kälte.	auf nachherigen Essigsäurezusatz: nach dem Erhitzen.		
Schwefelkalium oder Schwefelnatrium	sich nicht zersetzend		schwarz durch Schwefeleisen	einige Stunden haltbares **Purpurviolett**	conc Lösungen olivenbraun, verdünntere olivengrün	Entfärbung unter SH_2-Entwicklung	durch Schwefelabscheidung sich trübend	**purpurviolett** (auf reichlichen Ammoniakzusatz mehr violett als die mit KOH angestellte Probe)	braun, braungelb oder grünlich	wie vorhin bei Anwendung von Kalilauge		bei Anwendung v. KOH bei der Probe ein breites, dunkles Absorptionsband zwischen D u. F mit NH_3 ein gleiches Band, aber stark nach dem Rothverschobe	
Schwefelammonium				einige Stunden haltbares **Violettblau**; bei starkerer Concentration lasurblau	gelbgrün	grünlich	grünlich, sich trübend durch ausgeschiedenen Schwefel	wie bei Anwendung von Kalilauge				mit KOH ein breites, dunkles Band zwischen C u. D; mit NH_3 ein gleiches zwischen C u. D, resp. (stärker concentrirt) zwischen B u. nahe bis F	
Mercaptan	siedet bei 36° C.	Aether	grünlich weiße Trübung	mit dem Nitroprussidsalze allein schwach purpurroth; erst nach KaOH Zusatz intensiv **purpurviolett**	gelbgrün (trübe)	bis auf einen gelblichen Ton verblassend		wie bei Anwendung von Kalilauge				mit KOH wie mit NH_3 ein breites, dunkeles Absorptionsband zwischen D u. F	Von Allylsolfid u. Allylsenföl gibt ersteres mit KOH eine weiße Trübung, letzteres mit Nitroprussidnatr. u. KOH i. d. Kälte eine blaugrüne, i. d. Wärme schwindende Färbung; andere Farbenreactionen treten nicht ein.
Acetaldehyd	siedet bei 22° C.	Aether, Chloroform, Amylalkohol	O	**chamois**, langsam in strohgelb übergehend	bis auf einen bräunlich gelben Ton verblassend	rosenroth	Ausscheidung von Berlinerblau	**chamois**, starker Stich in's Purpurfarbige	vergilbend			ohne charakteristische Lichtabsorptionen	Paraldehyd nimmt mit Nitroprussidnatr. u. KOH einen röthlicheo Schimmer an u. wird dann bei Neutralisation mit Essigsäure **purpurfarbig**.
Aceton	siedet bei 58° C.	Aether	O	**chamois**, bald in strohgelb übergehend	strohgelb	starker Stich in's Purpurrothe		nach einiger Zeit **rosa**	bis auf einen bräunlichgelben Ton verblassend; später trübe	zuerst nachdunkelnd, dann in's gelblichebergehend		mit NH_3 schwache, diffuse Verdunkelung von D bis F	
Aethyldiacetsäure (synthetisch dargestellt von *Geuther*)	bei der Destillation sich zersetzend	Aether, Chloroform, Amylalkohol	rothbraun, in dünnen Schichten kirschroth; vom Farbstoffe geht wenig in Amylalkohol über, mehr in Chloroform, aber mit rostgelber Farbe	**chamois**, langsam in strohgelb übergehend	verblassend (trübe)	rothbraun (dunkelgelbbraun nach *Legal*)		**chamois**, langsam in strohgelb übergehend	gelb (trübe)	lange unverändert bleibend		ohne typische Lichtabsorptionen	
Acetessigsäure (synthetisch dargestellt von *Ceresole*)	zerfällt unter 100° C. in Aceton u. CO_2	Aether	mit recht verdünnter Eisenchloridlösung schön violett, mit mehr braunroth (*Legal*, v. *Jaksch*)	intensiv **braunroth**, sehr langsam schwindend (*Legal*)		noch dunkler werdend; beim Verdünnen carmoisinroth (*Legal*)							
Der durch Eisenchlorid sich rothende Bestandtheil diabetischer Harne (nach *Legal* u. v. *Jaksch* = Acetessigsäure)	zerfällt in Aceton u. CO_2	aus Wasser theilweise in Aether übergehend	violett, durch mehr Eisenchlorid braunroth	intensiv **braunroth**, sich viel langsamer entfärbend als Kreatininlösungen		noch dunkler werdend und dabei eine neue Farbennuance (Purpur, beim Verdünnen carmoisin) zeigend (*Legal*)		reactionslos					
Kreatinin	zersetzt sich nicht, selbst mit nicht gar zu concentrirten anorg. Säuren einige Zeit zum Sieden erhitzt		O	**chamois**, sehr bald in strohgelb übergehend	achwach bräunlich roth, dann trübe u. heller werdend	gelblich grün	Ausscheidung von Berlinerblau	**chamois**; die Reaction erfolgt aber sehr langsam	verblassend		Ausscheidung von Berlinerblau	ohne charakteristische Lichtabsorptionen im Spectrum	Kreatin gibt mit den aufgeführten Reagentien keine typische Färbungen.
Brenzkatechin	siedet bei 245° C.	Aether	saftgrün	je nach dem Kalizusatze bräunlich oder saftgrün; nach längerem Stehen rothbraun mit grünem Schiller	unreine dunkle Purpurfärbe	Resultate nach der Menge des zugesetzten Alkalis u. der Ausführung variirend; dunkelbraun resp. blaugrün		unreines Rosa	purpurroth	verblassend	unreines Dunkelgrün		Bekanntlich geben die Oxy- u. Dioxybenzole charakteristische Färbungen mit Eisenchlorid; so färben sich damit Phenol u. Salicylsäure violett, Gallussäure (Dioxysalicylsäure) blauschwarz, Parakresol lasurblau (nach Essigsäurezusatz schwindend) u. Guajacol schwarzbraun. Außer Phloroglucin u. Brenzkatechin geben die erwähnten aromat. Körper keine Reaction mit Nitroprussidnatrium. Alkalien färben Lösungen d. Gallussäure grün b. schwarzbraun, solche v. Hydrochinon orange b. braunschwarz.
Phloroglucin	zersetzt sich beim Erwärmen über 220° C.	Aether	unreines Violett	chamois, bei Kaliüberschuß heller u. nach einiger Zeit gelb werdend	purpurfarbig (trübe)	dunkler werdend u. langsam in gelbgrün umschlagend	unreine grüne Frb. annehmend	purpur bis chamois	Resultat variirend; unreine gelbe u. braune Töne wurden beobachtet	Resultat variirend; gelb, grün u. s. w.	trüber u. dunkler werdend		

Das Verhalten der Fleisch- und Leberauszüge bei der Nitroprussidreaction.

(Die i. Frage kommenden Chromogene sind i. Wasser löslich, diffundibel, zersetzen sich langsam b. Kochen ihrer Lösungen, gehen nicht in's Destillat über, geben m. Eisenchlorid keine Farbenreaction u. d. Spectren d. Nitroprussidfärbungen weisen keine charakteristische Lichtabsorptionen auf.)

Untersuchtes Object.	Löslichkeit.	Verhalten zu Nitroprussidnatrium und Kali-(oder Natron-) Lauge				Verhalten zu Nitroprussidnatrium und Ammoniak				Anmerkungen.
		in der Kälte.	beim Erwärmen.	auf nachherigen Essigsäurezusatz: in der Kälte.	auf nachherigen Essigsäurezusatz: beim Erwärmen.	in der Kälte.	beim Erwärmen.	auf nachherigen Essigsäurezusatz: in der Kälte.	auf nachherigen Essigsäurezusatz: beim Erwärmen.	
Fleischauszug von Tinca vulgaris	Beim Ausschütteln der wässrigen Lösung m. Aether od. Schwefelkohlenstoff scheint das Chromogen theilweise zersetzt zu werden; ebenso durch Alkohol.	purpurn, rasch in gelbbraun übergehend			Ausscheidung von Berlinerblau	purpurviolett, erst nach längerer Zeit verblassend	sich unter Abscheidung von Eiweiß und Berlinerblau entfärbend			Der durch Nitroprussidnatrium u. Ammoniak hervorgerufene Farbstoff wird von Aether, Amylalkohol, Chloroform u. Schwefelkohlenstoff nicht aufgenommen.
Dialysat desselben	Aus Wasser geht das Chromogen in Amylalkohol u. Chloroform über, in Aether ist nur äußerst wenig nachweisbar.	„				purpurviolett, verhältnißmäßig lange beständig	„	„		Der durch Nitroprussidnatr. u. NH_3 entstandene Farbstoff geht nicht in Aether, Amylalkohol, Chlorof. u. Schwefelkohlenstoff über; durch Aether erleidet derselbe eine rasche Entfärbung, durch die übrigen Flüssigkeiten eine langsamere.
Auszug der Muskeln von Astacus fluviatilis	Dasselbe Verhalten wie bei Tinca.	purpurn, rasch in gelbbraun übergehend	verblassend	gelblich (trübe)		purpurviolett, erst nach längerer Zeit verblassend	„	„		Das Chromogen ist nur in sehr schwach sauren oder neutralen Lösungen beständig; in alkalischen zersetzt es sich bald.
Dialysat desselben	Das Chromogen löst sich in Aether, Amylalkohol, Chloroform u. Schwefelkohlenstoff.	rosa, in gelbbraun übergehend	„	„		rosa, sich bald entfärbend	„	„		
Leberauszug von Astacus fluviatilis		purpurn, rasch in gelbbraun übergehend	strohgelb	„		purpurviolett, erst nach längerer Zeit verblassend	„	„		Der durch Nitroprussidnatr. u. NH_3 hervorgerufene Farbstoff erwies sich als unlöslich i. Aether, Amylalkohol, Chloroform u. Schwefelkohlenstoff.
Dialysat desselben		rosa, rasch in bräunlichgelb umschlagend	hellgelb	„		rosa, sich bald entfärbend	„	„		Die sehr schwach aufgetretene Reaction mit Nitroprussidnatr. u. NH_3 erlaubte keine Prüfung ihrer Löslichkeitsverhältnisse.

Wir können zwar nicht behaupten, daß Fortuna uns bei diesen Untersuchungen ebenso hülfreich zur Seite stand, wie sie z. B. *Gerhardt* auf Grund der *Geuther*'schen Arbeiten die Diacetturie entdecken oder als sie mich das eine Chromogen der Nebennieren als Brenzkatechin erkennen ließ. Es erklärt sich aus unserer völligen Unkenntniß der hier in Frage kommenden Substanz, daß sich aus den fleißigen Arbeiten des Herrn *Hemala* nicht ersehen läßt, was für ein chemischer Bestandtheil des Fisch- und Krebsfleisches die Nitroprussidreaction eigentlich veranlaßt; werthvoll sind die Untersuchungen aber insofern, als sie lehren, daß kein einziger der bislang bekannt gewordenen, flüchtigen oder beständigen Stoffe, welche mit dem Nitroprussidsalze eine Purpurfärbung annehmen, das Eintreten der Reaction am Fisch- und Krebsfleische wie an den Krebslebern bedingen kann. Ziehen wir in Betracht, daß da (falls nicht die Dialysate untersucht wurden) der auf das Nitroprussidsalz reagirende Körper sich neben viel Eiweiß in Lösung befand und zu diesem eine nicht geringe Affinität (mag diese eine chemische sein, oder auch nur in einem mechanischen Festgehaltenwerden bestehen) zu besitzen scheint, so werden die verschiedenen Löslichkeitsverhältnisse bei den einzelnen Proben leicht verständlich, und jeder Grund fällt fort, eine andere Substanz in dem Fleische von Tinca zu vermuthen als in dem Fleische und der Leber des Flußkrebses. Nur die Möglichkeit ist zuzulassen, daß sich in den Auszügen des Fischfleisches neben unserem fraglichen Chromogene bisweilen geringe Mengen von Kreatinin befinden; gerade um diese von vornherein auszuschließen, erschien uns die Untersuchung des Krebsfleisches und der Krebsleber unerläßlich.

Vergleichen wir nun die Reactionen des in den Muskeln, der Leber etc. bei Fischen wie bei Wirbellosen aufgefundenen Chromogens mit den verwandten der chemisch rein dargestellten Stoffe, so läßt sich die Eigenartigkeit des ersteren unschwer

feststellen. Von dem Kreatinin und den Schwefelalkalien unterscheidet sich unser Körper durch seine leichte Zersetzlichkeit; von ersterem außerdem durch die Purpurfarbe bei Ausführung der Nitroprussidreaction mit Kalilauge, von letzteren zugleich durch das spectroskopische Verhalten seiner Nitroprussidverbindung. Aethyldiacetsäure, Acetessigsäure oder eine der in der Tabelle aufgeführten aromatischen Verbindungen kann schon deshalb nicht vorgelegen haben, weil Eisenchlorid keine Farbenreaction bewirkt. Mercaptan, Aldehyd und Aceton kommen ebenfalls nicht in Betracht, weil diese Substanzen flüchtig sind, unser Körper aber nicht in's Destillat übergeht. Werden die Färbungen und die einzelnen Phasen bei der Nitroprussidreaction genügend in's Auge gefaßt, so ergibt sich, daß der fragliche Stoff aus dem Fleische der Schleie, aus den Muskeln und der Leber des Krebses u. s. w. eine ganz eigenartige Reaction mit dem Nitroprussidsalze eingeht, welche, denen des Acetons und Aldehyds noch am meisten ähnelnd, selbst mit diesen unmöglich zu verwechseln ist.

Der 113 Klm. breite Isthmus von Suez trennt zwei marine Faunen, wie sie nicht differenter gedacht werden können. „Wenn wir", bemerkt *Haeckel*[1]), „gestern früh den Fischmarkt von Alexandrien und heute Morgen, kaum 24 Stunden später, denjenigen von Suez besuchen, so finden wir den auffallenden Gegensatz zwischen beiden eben so groß, als ob wir gestern den Fischmarkt von Barcelona oder Marseille und heute denjenigen von Calcutta oder Singapore gesehen hätten."

Schon in Suez überkommt den an die Fauna des Mittelmeeres gewöhnten Reisenden ein Gefühl, als ob hier, im Sinus arabicus, der Friedrichstraße des Weltverkehrs, die Thiere viel gewitzter seien als die Ihresgleichen in den mittelländischen

[1]) *E. Haeckel*, Arabische Korallen. Berlin. 1875. S. 26.

Gebieten. Die Thierwelt der Atlantis nimmt sich derjenigen des Rothen Meeres gegenüber theilweise recht banausisch aus; dort plumpes Unbeholfensein, hier Gewandtheit und graciöses Benehmen, dort (wie bei unseren guten deutschen Bauersleuten) unzweckmäßige Trachten mit närrischem Tand vermischt, hier Schick und Eleganz, dort Farbstoffe, gleich den Anilinen, unecht, rasch verblassend, hier die haltbaren, die feurigen Farben des Orients. Wer die schlichten Toxopneustesformen bei Triest und Marseille sah und jetzt statt deren die Diademen mit ihren zarten, fast fußlangen Nadeln gewahr wird, wem die einfarbig braunen Holothurien des Golfes von Neapel in Erinnerung stehen und jetzt dafür die gelben (Holothuria scabra *Jaeg.*, H. botellus *Sel.*) oder die mit feinstem Seesand verständnißvoll gepuderten Formen (H. pardalis *Sel.*, H. lineata *Ludw.*, H. insignis *Ludw.*) zu Gesichte bekommt, wer die mit langen, spitzen Zähnen bewehrten Gehäuse der Murex crassispina *Lam.* gegen diejenigen der für ihren Schutz und für ihr Aeußeres eigentlich nichts thuenden Murex trunculus *L.* und brandaris *L.* stellt, der wird, wie ich glaube, diesem Ausspruche seine Zustimmung nicht versagen. Weit mehr aber tritt der Unterschied noch hervor, wenn man an den Gestaden des Mare erythraeum wandert und dem drolligen Treiben der Strandkrabben zuschaut, welches uns Herr *von Ransonnet*[1]) so lebensvoll geschildert hat.

Jede einzelne Species der nicht umfangreichen Ocypodengruppe ist sich ihrer seltenen Talente nicht weniger bewußt als der Nubier seiner körperlichen Schönheit[2]). Auf dem Territorium,

[1]) *E. v. Ransonnet*, Verhandl. d. k. k. Zool.-bot. Gesellsch. in Wien. Bd. 13. Heft 1 u. 2. 1863.

[2]) Einen wie großen Werth auch die Paguriden des Großen Oceans auf ein schmuckvolles Gehäuse legen und wie gerieben dieselben beim Erwerb eines solchen verfahren, zeigt am besten eine Mittheilung des Herrn Dr. *Ed. Graeffe*. Als derselbe auf den Samoainseln seine des Tages über mühsam zusammengesuchten Molluskenschalen in seinem Blockhause aus-

welches einmal erobert ist, wird kein Nebenbuhler geduldet, und so erklärt es sich, daß man, um mehrere Arten kennen zu lernen, schon Strandplätze aufsuchen muß, die von einander durch ödes Terrain, durch schmale Landstrecken oder durch tiefe Meeresstellen geschieden sind. Sehr auffällig sind diese Verhältnisse bei Massaua wie bei Suakim.

Auf Geziret Schech Said, wenigstens auf der Südseite, die ich allein genauer kenne, führt der Abu Gelambu (Ocypoda ceratophthalma *Fabr.*) ausschließlich das Regiment; ebenso an der Ostseite von Taolud. Von der Thorwache auf dem Verbindungsdamme (zwischen Taolud und dem Festlande) bis entlang dem Wege nach Herkiko herrscht dagegen Gelasimus chlorophthalmus *M. E.* (s. Taf. II, Fig. 1 u. 2), und nur zur Rechten an den seichten Stellen des Verbindungsdammes selbst hat ein buntes Gemisch unzähliger anderer Krebsarten die Ocypoden aus dem Felde geschlagen. Auf dem Festlande gegenüber der Quarantainestation vor Suakim finden wir nur Ocypoda ceratophthalma; folgen wir aber dem Schienenstrange, welcher von der Quarantainestation an das andere Ende des Festlandes führt, so sehen wir zur Linken den Meeresgrund vollständig in Beschlag genommen von der *Keller*'schen Meduse (Cassiopea polypoides), auf der, bei Ebbe trocken liegenden Sandfläche zu unserer Rechten vergnügt sich dagegen ein ganzes Heer des Gelasimus annulipes *M. E.*

In der Nähe jener Plätze, wo die munteren Ocypoden mit der bald rechter-, bald linkerseits mächtig entwickelten Scheere, dem Schilde eines Gladiators ähnlich, ihrem Gegner gegenüber die gedeckte Stirne bieten, trifft man häufig einen Einsiedler-

---

gebreitet hatte, brachen während der Nacht die Paguriden durch die offen gelassenen Fugen in die Wohnung ein und bemächtigten sich immer nur der Gehäuse von farbenreichem und frischem Aussehen, ihre abgeriebenen und schadhaft gewordenen Schalen dafür zurücklassend.

krebs, den Coenobita rugosus *M. E.* (Taf. II, Fig. 5). Wie seine Verwandten, die Pagurus-, Paguristes- und Clibanarius-Arten des Mittelmeeres, weiß sich derselbe ein Gastropodengehäuse zu verschaffen, welches er als Wohnung und zugleich als schützende Decke für seinen weichen Leib ständig mit sich herumträgt. So sah ich z. B. auf Schech Said große Schaaren dieses Coenobita, meist in den Gehäusen von Nassa Arcularia, Fusus tuberculatus, Pyrula patula, Tritonium pyrum, T. rubecula und T. pileare versteckt, sich in dem Ufersande Arbeit machen. Hebt man eine derartige wandernde Schale vom Boden auf, so zieht sich der Krebs zurück; doch macht er das wesentlich anders als seine Verwandten im Mittelmeere. Er verfügt über einen Kunstgriff, zu welchem sich die Mittelmeerformen noch nicht aufgeschwungen haben, und den sie ihm, da ihnen seine Bekanntschaft trotz des Suezcanals noch immer versagt blieb, auch nicht wohl ablauschen konnten.

Stören wir einen Mittelmeerpaguriden, z. B. einen Paguristes maculatus *Hell.*, der nebst seinem gestohlenen Gehäuse von einem Suberites domuncula *Nardo* umwuchert wurde (Taf. II, Fig. 6), oder einen Pagurus (Eupagurus) anachoretus *Risso*, welcher sich als Heim eine Schale von Cerithium vulgatum *Brug.* (Taf. II, Fig. 7) oder von Nassa reticulata *L.* auserkoren hat, so zieht sich derselbe in den äußersten Winkel seiner Behausung zurück, muß hier oft lange eingefergt verharren und bleibt überdies wie zuvor alle den Schädlichkeiten ausgesetzt, welche in das Gehäuse selbst einzudringen vermögen. Der Coenobita hat nicht nöthig, sich bis in die kleinste Ecke seiner eigenen Wohnung zurückdrängen zu lassen; er verschließt, ähnlich den Turbiden und Neriten, bei drohender Gefahr den Eingang seines Hauses durch eine harte Platte, durch kein todtes Deckelgebilde zwar wie jene Gastropoden, sondern durch die stark chitinisirten Glieder seines linken Scheerenfußes. Dieser

Letztere ist, wie sich am besten aus Fig. 5 unserer Tafel erkennen läßt, bei Coenobita im Vergleich zu dem rechten außerordentlich mächtig entwickelt; zwar ist auch bei Pagurus (Taf. II, Fig. 6) eine Verstärkung der linksseitigen Scheerenhand deutlich, aber dieselbe würde lange nicht ausreichen, um eine größere Oeffnung allseitig zu verschließen. Das meiste Lob müssen wir dem Coenobita gerade aber bezüglich der Gleichmäßigkeit des Verschlusses spenden; Fig. 3 und 4 zeigen uns, wie es dieser Krebs unter Zuhülfenahme des zweiten und eventuell auch des dritten Fußes der linken Seite fertig bringt, immerhin so verschiedene Aperturen, wie sie das Gehäuse der Nassa und des Tritonium bieten, vollständig abzusperren.

Das Gewicht der Muskelmasse in den beiderseitigen Scheeren von Ocypoda ceratophthalma *Fabr.*

(r = rechts, l = links.)

Nummer u. Gesammtgewicht des Krebses.	Lage des Organes.	Gewicht des gesammten Scheerenfußes.	Gewicht der Scheere allein (nach dem Kochen).	Gewicht der Muskelmasse in der Scheere.	Gewicht des Chitins in der Scheere.
I. 40 gr.	r.	6.8 gr.	2.8 gr.	1.1 gr.	1.7 gr.
	l.	2.5 gr.	1.2 gr.	0.8 gr.	0.4 gr.
II. 45,5 gr.	r.	7.5 gr.	3.8 gr.	1.3 gr.	2.5 gr.
	l.	2.5 gr.	1.3 gr.	0.6 gr.	0.7 gr.
III. 57.5 gr.	r.	5.7 gr.	3.5 gr.	1.5 gr.	2.0 gr.
	l.	2.5 gr.	1.05 gr.	0.55 gr.	0.5 gr.
IV. 23 gr.	r.	2.7 gr.	1.8 gr.	1.0 gr.	0.8 gr.
	l.	2.5 gr.	1.5 gr.	0.9 gr.	0.6 gr.
V. 58 gr.	r.	11.8 gr.	4 gr.	1.8 gr.	2.2 gr.
	l.	2.5 gr.	1.2 gr.	0.5 gr.	0.7 gr.
VI. 59.5 gr.	r.	8.8 gr.	5 gr.	2.4 gr.	2.6 gr.
	l.	2.8 gr.	1.7 gr.	0.8 gr.	0.9 gr.
VII. 52.5 gr.	r.	2.5 gr.	1.0 gr.	0.4 gr.	0.6 gr.
	l.	8 gr.	4.2 gr.	2.0 gr.	2.2 gr.
VIII. 17.8 gr.	r.	2.2 gr.	1.2 gr.	0.6 gr.	0.6 gr.
	l.	0.5 gr.	0.2 gr.	$>$ 0.05 gr.	$<$ 0.15 gr.

Auf die lediglich durch eine asymmetrische Verstärkung der Scheerenfüße von dem Coenobita erzielten Erfolge bezüglich des Schließens seines Thores richtete sich mein Interesse in Folge einer Abhandlung von *Nothnagel*[1]). Es war sofort ersichtlich, daß bei den gewissermaßen als Gladiatoren auftretenden Gelasimus- und Ocypodaarten die überwiegende Entfaltung der einen Scheere vor allem in einem Anwachsen (sei dasselbe hypertrophisch oder sei es hyperplastisch) der Scheerenmuskulatur begründet liegt, während bei dem Coenobita, welcher der ausgiebigeren Verstärkung der linken Scheere zur Ausübung einer ganz anderen Function benöthigt, eine übermäßige Wucherung der chitinösen Elemente daran vornehmlich die Schuld trägt. Auch noch bei Ocypoda ceratophthalma fand ich, wie aus beistehender Zusammenstellung hervorgeht, daß an einer größeren Gewichtszunahme des Gliedes der einen Seite die äußere chitinöse Hülle weit mehr betheiligt ist als die eingeschlossenen contractilen Gewebe. Für den Flußkrebs gelangte *Nothnagel* zu wesentlich anderen Resultaten; für diesen ergab sich, daß bei normalen Thieren mit zwei Scheeren das Gewicht der beiden Organe bis auf wenige Decigramme Unterschied gleich ist, während bei den Exemplaren von annähernd gleichem Körpergewichte, aber mit nur einer Scheere, diese eine Extremität fast genau das doppelte Gewicht von demjenigen hat, welches sie bei demselben Thiere mit beiden Scheeren haben würde. „Selbstverständlich", fährt *Nothnagel* fort, „ist in diesen Fällen das Gerüst der Scheere gleichfalls betheiligt, aber in demselben liegt eben eine stark vermehrte Muskelmasse. Mikroskopische Untersuchungen haben mich in der Breite der einzelnen Muskelfasern zwischen den normalen und den vergrößerten Scheeren keinen Unterschied

[1]) *H. Nothnagel,* Ueber Anpassungen und Ausgleichungen bei pathologischen Zuständen. Sep.-Abdr. a. d. Zeitschr. f. klinische Medic. Bd. 10. Heft 3. 1885. S. 14 u. 15.

erkennen lassen; man muß demnach hier wohl eine Hyperplasie der Fasern annehmen. Auf jeden Fall ist es bemerkenswerth, daß hier die compensatorische Hypertrophie an Masse genau den Ausfall der anderen Extremität deckt."

Wie stellen sich hinsichtlich der Muskelfasern nun die Verhältnisse bei denjenigen Krebsen, bei welchen regelmäßig, wie z. B. bei unserem Coenobita und den Gelasimusspecies, die eine Scheere bedeutend schwerer ist als die andere? Da mir ein Mikroskop in den südlichen Breiten des Rothen Meeres nicht zu Gebote stand, und zuverlässige Resultate über Breite und Längendimension an Muskeln nur durch Untersuchungen an lebendem oder sorgsam präparirtem Materiale zu gewinnen sind, so musste ich auf Muskelfasermessungen an erythräischen Formen verzichten. Doch bot sich mir in Triest ein für diesen Zweck nicht weniger günstiges Object in dem Alpheus ruber *M. E.* (cf. Taf. II, Fig. 2). Bevor ich auf diese Bestimmungen eingehe, muß ich aber auf sehr gewissenhafte und genaue histologische Untersuchungen zurückgreifen, welche mein Freund Herr Dr. med. *Heinr. Hœckel* vor 2 Jahren an Hummer- und Flußkrebsmuskeln auf meine Veranlassung ausgeführt hat, und welche, bislang nur in kurzem Auszuge von mir[1]) mitgetheilt, das bei weitem Beste geblieben sind, was über das histologische Verhalten der so ganz verschiedenartig functionirenden Schwanz- und Scheerenmuskeln

[1]) Grundzüge einer vergl. Physiologie der contract. Gewebe. 1886. S. 356 u. 357. — Nachdem dieses fünfte Heft meiner Vergl.-physiologischen Vorträge seit mehr als einem halben Jahre im Buchhandel erschienen war, trat *H. C. de Varigny* (Recherch. exp. sur la contraction musculaire chez les Invertébrés. Arch. de zool. expér. et gén. par *Lacaze-Duthiers*. II. Sér. T. 3. Bis Supplément) mit einer zwar von 1885 (!) datirten, umfangreichen Arbeit über den histologischen Bau verschieden functionirender Muskeln bei Wirbellosen hervor. Diesem jungen Gelehrten sind die meisten einschlägigen Arbeiten früherer Autoren völlig unbekannt geblieben, und so ist es auch zu verstehen, daß derselbe von meinen und *H. Hœckel*'s Resultaten keine Kenntniß besaß.

der Krebse bekannt geworden ist. Herr Dr. *Haeckel* hatte mir gleich nach Abschluß seiner Beobachtungen die Ergebnisse derselben wie folgt mitgetheilt:

„Bei Untersuchung der Hummer- wie der Astacusmuskeln stellte sich heraus, daß frische Zupfpräparate, theils in 1%iger Kochsalzlösung, theils in Glycerin angefertigt, außerordentlich unzuverlässige und schwankende Resultate liefern. Es fanden sich an dicht neben einander liegenden Fibrillen Muskelfächer von verschiedentlichster Höhe. Besonders an vollständig isolirten Fibrillen war die Distanz der Querstreifen oft eine 4 bis 5 mal größere als an solchen, welche in einem stärkeren Bündel zusammengehalten waren. Dies rührt davon her, daß die Muskelfasern äußerst klebrig sind, in Folge dessen beim Zerzupfen am Objectglase haften und so mehr oder minder gedehnt werden. Nach mancherlei Versuchen erhielt ich die constantesten Werthe an Präparaten, welche durch Alkohol conservirt waren. Um eine Schrumpfung zu vermeiden, wurde ein ganzer Krebsschwanz resp. eine ganze Scheere für mehrere Tage in absoluten Alkohol gelegt; dadurch daß die Muskeln an ihrer natürlichen Ursprungs- und Insertionsstelle befestigt blieben, wurde eine Schrumpfung verhindert und die Muskeln in einem natürlichen Ruhezustande erhalten. Aber selbst an solchen Präparaten schwankten die Resultate der Messungen immer noch in gewissen Grenzen und bei isolirten Fibrillen — die Neigung in Fibrillen zu zerfallen, ist eine recht große — war auch hier noch eine beträchtliche Dehnung durch die Insulte beim Zerzupfen zu constatiren. Es wurden deshalb die Messungen stets an Fibrillen vorgenommen, welche in einem dicken Bündel beisammenlagen. Dabei ergab sich für den Hummer als Höhe der Muskelfächer:
an den longitudinal verlaufenden Schwanzmuskeln = 1.5 bis 1.8 μ,
an Fasern des Schließmuskels der Scheere = 3 μ."

„Diese Zahlen sind der Durchschnitt von jemaligen 20 Zäh-

lungen; jede Zählung wurde 2 oder 3 mal wiederholt. Die Breite der Fasern, welche sich wegen der starken Neigung zum Zerfall in Fibrillen nur an Querschnitten messen ließ, schwankte bei Schwanz- und Scheerenschließmuskeln unwesentlich; bei beiden Muskelfaserarten sieht man Querschnitte von verschiedenstem Caliber neben einander. Ebenso läßt sich kein Unterschied hinsichtlich der Kerne angeben; auf Querschnitten beträgt die Zahl derselben 3 bis 6; die meisten liegen den Fasern auf, einige aber finden sich auch in den Fasermitten zwischen den Fibrillen."

„Die Muskelfasern vom Flußkrebs wurden in der nämlichen Weise behandelt als die des Hummers. Bei Astacus beträgt die Höhe des Muskelfaches:
an den longitudinal verlaufenden Schwanzmuskeln = 1.8 bis 2.4 μ,
am Scheerenschließer = 3 μ."

„Diese Zahlen sind auch hier der Durchschnitt aus einer sehr großen Anzahl von Messungen. Auch bei den Flußkrebsmuskeln wurden niemals isolirte Fibrillen ausgesucht, sondern an möglichst central in einem Bündel gelegenen Fasern die Messungen vorgenommen. — Die Kerne sind ausnehmend groß. Am Scheerenschließer je 7.2 bis 25.2 μ breit und 25.2 bis 34.2 μ lang; sie sind stark granulirt und enthalten bisweilen zwei Kernkörperchen. In den Schwanzmuskeln beträgt die Breite der Kerne 9.0 bis 18.0 μ, ihre Länge 21.6 bis 30.6 μ. Während sich im Schließmuskel vollkommen runde Kerne finden, sind die der Schwanzmuskeln stets länglich."

Bei Alpheus ruber gelang es mir, die den lebenden Thieren entnommenen Muskelfasern der beiden ungleich entwickelten Scheeren durch Zusatz von Muskel- resp. hämolymphatischem Serum, welches durch Schlagen des ausgepressten Schwanzmuskelplasmas gewonnen war, einer mikroskopischen Messung direct zugängig zu machen. Auch ich gewann die Ueberzeugung, daß derartige Untersuchungen wegen des leicht eintretenden fibrillären

Zerfalles an Fasern, die noch in Bündeln beisammenliegen, vorgenommen werden müssen, bestimmte deshalb stets bei einer zusammenhängenden Reihe den Querdurchmesser der einzelnen Fasern und gelangte so zu folgenden Breiten, welche nach *Hartnack*'s Angaben[1]) umgerechnet und in Mikren (μ) ausgedrückt sind.

I. Krebs.

A. Rechte große Scheere.

14, 10, 12, 14, 14, 10 μ.

B. Linke kleine Scheere.

34, 18, 28, 24, 40, 18 μ.

II. Krebs.

A. Rechte große Scheere.

24, 10, 10, 14, 32 μ.

B. Linke kleine Scheere.

40, 16, 40, 34, 36 μ.

III. Krebs.

A. Rechte große Scheere.

12, 10, 14, 14, 24 μ.

B. Linke kleine Scheere.

32, 32, 24, 40, 14 μ.

IV. Krebs.

A. Rechte große Scheere.

32, 10, 14, 14, 10, 24 μ.

B. Linke kleine Scheere.

34, 40, 36, 14, 24, 10 μ.

Die gefundenen Werthe für die Querdurchmesser der Muskelfasern sind nicht, wie nach *Nothnagel*'s Angaben zu erwarten

[1]) Die Messungen wurden mit einem *Hartnack* 8, Oc. 4 der K. K. Zoologischen Station zu Triest angestellt, welches einer Vergrößerung von 650 entspricht. Das Mikrometer war dem Ocular eingefügt und nach Herrn Prof. Dr. *Hartnack*'s gütiger Mittheilung ist unter diesen Umständen der wirkliche Werth eines Theilstriches der Skala = 0.002 mm.

gewesen wäre, für die großen und kleinen Scheeren die nämlichen, sondern es folgt aus den Beobachtungen mit Evidenz, daß sich in den stärkeren Scheeren eine weit größere Zahl schmälerer Fasern als in den kleinen findet. Ein durchgreifender Unterschied zwischen den Muskelfasern beider so ungleich entwickelten Organe besteht allerdings nicht; man begegnet in den großen Scheeren recht breiten, in den kleinen Scheeren recht schmalen Fasern. Das kann jedoch nicht veranlassen, die so auffälligen quantitativen Differenzen zu vernachlässigen. Das Ueberwiegen der schmalen Fasern in den großen Scheeren zwingt, dieselben als junge Gebilde, und die Verstärkung der Muskelmasse demnach als einen durch Hyperplasie (nicht durch Hypertrophie) bedingten Vorgang anzusehen: ein Ergebniß, welches *Nothnagel* für die, das normale Gewicht um's Doppelte übersteigenden Scheeren einarmiger Flußkrebse schon vermuthet hat.

Es bestehen zwischen den schmalen Fasern, welche vorwiegend in den großen, und den breiten Fasern, welche in relativ größerer Zahl in den schwächer entwickelten Scheeren angetroffen werden, noch andere histologische Verschiedenheiten, die uns aber nur in der Auffassung bestärken können, daß in den kräftigen Scheeren ein besonderer Reichthum an jungen Muskelfasern obwaltet. So ist die Querstreifung bei den schmalen Fasern der großen Scheeren eine viel feinere als die an den dicken der kleinen Scheeren; auf 10 Theilstriche unseres Ocularmikrometers (= 20 μ) kommen bei ersteren durchschnittlich 7 Querstreifen, bei letzteren deren nur 4. Die dicken Fasern sind auch nicht selten verästelt (etwa wie in den Zungenmuskeln der Säugethiere) und enthalten fast nur runde Kerne, während die schmäleren Fasern einfach sind und gewöhnlich längere Kerne führen. Halten wir uns an *H. Haeckel*'s Befunde beim Flußkrebs, so stimmen die dicken Fasern von Alpheus ruber, bezüglich der Höhe ihrer Muskelfächer (0.003 mm.) und der Form ihrer Kerne mit

den Fasern der Scheerenschließer bei Astacus überein, während sich die jungen Fasern durch die Form ihrer Kerne den Fasern der Schwanzextensoren des Flußkrebses anschließen, aber in der Höhe der Muskelfächer (0.005 mm.) letztere mindestens um das Doppelte übertreffen.

Es erübrigt, die Arbeiten *H. Haeckel*'s über die beiden Muskelarten der Auster sowie die Beobachtungen des Herrn *Hewlett Brown* über die rothen und blassen Muskeln von Lachs und Kaninchen etwas ausführlicher zu registriren[1]), und ich benutze diese Gelegenheit um so lieber, alt Versäumtes nachzuholen, da *H. Brown*'s Untersuchungen, welche vor 3 Jahren unter meiner Leitung hier in Jena ausgeführt worden sind, uns vergewissern, daß die von *H. Haeckel* eingeschlagene Untersuchungsmethode keine verfehlte gewesen ist, und daß die so gewonnenen Resultate nicht merklich anders hätten ausfallen können, wenn die Messungen statt an den Alkoholpräparaten, an lebensfrischen Geweben unmittelbar vorgenommen worden wären.

Als ich vor nahezu 12 Jahren unter *Kühne*'s Meisterschaft meine erste physiologische Arbeit ausführte und zu dieser das histochemische Verhalten der quergestreiften Insecten- und Crustaceenmuskeln gewählt hatte, wurde ich mit der Thatsache bekannt, daß gewisse Arthropodenmuskeln, in Glycerin gelegt, schon bei einem Erwärmen auf ca. 60° *C.* ihre Doppelbrechung einbüßen. Von dieser Beobachtung ausgehend, hat Herr *Brown* den Einfluß erwärmten Glycerins auf Lachs-, Frosch- und Kaninchenmuskeln festgestellt. Zu den Versuchen wurden theils frische, theils in Glycerin oder absolutem Alkohol conservirte, kleine,

[1]) Der Ergebnisse dieser Untersuchungen ist in dem 5. Hefte meiner „Vergl.-physiologischen Vorträge“ S. 356 und 357 ebenfalls bereits Erwähnung geschehen.

zuvor zerzupfte Fleischstücke verwendet und die Erwärmung in reinstem, neutral reagirendem Glycerin auf dem Wasserbade vorgenommen.

I. Versuche an Froschmuskeln.

a. Frischer Gastrocnemius, 6 Stunden lang in Glycerin auf 54° *C.* erwärmt. Eine mikroskopische Prüfung des Präparates wird nach Verlauf von 15, 30 und 54 Minuten, sowie nach 3 und 6 Stunden ausgeführt. Doppelbrechung wie Querstreifung zeigen sich in allen Proben ungeschwächt.

b. dito, 15 min. in Glycerin bei 90° *C.* temperirt. Doppelbrechung wie Querstreifung noch vorhanden.

c. dito, zuvor einen Tag in absolutem Alkohol gelegen; mit dem Glycerin 15 min. auf ca. 95° *C.* erwärmt. Resultate wie bei b.

d. dito, frisch, erhitzt in Glycerin von 90 bis 92° *C.* Dauer des Versuches von 1 h. 13 min. N. bis 7 h. N. (16. Dec.) und von 7 h. V. bis 1 h. 15 N. (17. Dec.). 2 h. 15 min. (nach 62 min.) wird die erste Probe untersucht; in wenigen Fasern ist die Doppelbrechung absolut geschwunden, in anderen ist dieselbe aber noch sehr deutlich geblieben. Die Querstreifung ist an keiner Faser aufgehoben. Am 17. Dec. 1 h. 15 min. (nach 12 Stunden) ist die Doppelbrechung, abgesehen von wenigen, versteckter gelegenen Partieen, wo dieselbe noch zugegen, aber äußerst schwach ist, völlig geschwunden; Querstreifung ist noch vorhanden und verliert sich auch nicht bei einem 17 Stunden lang fortgesetzten Erwärmen.

e. dito, ebenso behandelt, aber vor dem Erwärmen 2 Tage in Glycerin gelegen. Dauer des Versuches von 1 h. 15 min. N. bis 7 h. N. (16. Dec.), von 7 h. V. bis 6 h. 30 min. N. (17. Dec.) und von 6 h. 30 min. V. bis

6 h. 30 min. N. (18. Dec.). Die Erhitzung hat annähernd 29 Stunden gewährt, aber trotzdem sind Doppelbrechung und Querstreifung deutlich geblieben.

f. dito, zuvor mit Alkohol behandelt und ca. 14 Stunden im Glycerin auf 90° *C.* erhalten. Doppelbrechung wie Querstreifung sind wenig geschwächt.

g. Ein Stück der Oberschenkelmuskulatur wird 12 Stunden lang in Glycerin bei 90° *C.* erwärmt. Wo Doppelbrechung überhaupt noch wahrzunehmen ist, ist dieselbe ausnehmend gering, die Querstreifung aber noch deutlich.

II. Versuche an frischen Kaninchenmuskeln.

A. Blasse.

a. Muskeln des Oberschenkels mit Glycerin bei ca. 92° C. erwärmt. Dauer des Versuches von 3 h. 55 min. N. bis 7 h. N. (16. Dec.), von 7 h. V. bis 1 h. 30 min. N. (17. Dec.), also 9 Stunden 35 Min. lang. Doppelbrechung in einigen Fasern verschwunden, in anderen noch erhalten. Querstreifung deutlich.

b. dito, genau ebenso behandelt. 12 Stunden 20 Min. wird unausgesetzt erwärmt. Wo Doppelbrechung noch sichtbar, ist dieselbe höchst gering. Querstreifung deutlich.

B. Rothe.

a. Muskeln des Unterschenkels. Die Temperatur ist die gleiche wie bei den vorigen Versuchen. 6 h. 30 min. V. ist der gewünschte Temperaturgrad erreicht, und es treten nun an den Muskeln folgende Veränderungen auf: 11 h. 30 min. V. Doppelbrechung außerordentlich abgenommen; 12 h. 30 min. V. von derselben noch wenig erkennbar; 6 h. 50 min. N. Doppelbrechung völlig vernichtet, Querstreifung noch scharf.

b. Masseter. Es wird in gleicher Weise verfahren und die Muskelfasern 10 Stunden lang auf dem Wasser-

bade im Glycerin erwärmt. Doppelbrechung bis auf kleine Stellen in wenigen Fasern, wo Andeutungen derselben noch bestehen, erloschen. Querstreifung erhalten.

III. Versuche an Lachsmuskeln.

Stückchen der hellrothen (rhodophanhaltigen) und dunkelrothen (hämoglobinhaltigen) Schwanzmuskeln[1]) werden, nachdem dieselben 48 Stunden in kaltem Glycerin zugebracht, mit frischem Glycerin auf dem Wasserbade 12 Stunden hindurch bei ca. 90° *C.* erwärmt. Die dunkelrothen Muskeln zeigen sich durchgehends am stärksten angegriffen: viele Fasern sind getrübt, ihre Querstreifen sind verwaschen; andere derselben haben ihre Doppelbrechung eingebüßt, weisen aber noch deutliche Querstreifung auf. Keineswegs sind alle Fasern gleichmäßig alterirt; einige besitzen noch scharfe Querstreifung und sind zugleich auch doppelbrechend. Unter den hellrothen Muskelstückchen sind ebenfalls Fasern zu finden, an welchen die Doppelbrechung geschwunden ist; die Zahl derselben ist indessen gering, und bei der weitaus überwiegenden Menge ist die Doppelbrechung so gut wie unverändert. Die Querstreifung der hellrothen Fasern hat nicht gelitten. Ein 30 Stunden fortgesetztes Erwärmen ist von keinen weiteren Veränderungen an den beiden Muskelfaserarten begleitet.

Aus diesen Versuchen geht hervor, daß hinsichtlich des Verschwindens der Doppelbrechung beim Erwärmen in Glycerin erhebliche Unterschiede zwischen den Muskelfasern gewisser Arthropoden und denen der Wirbelthiere bestehen. Ebenso zweifellos ergeben diese Beobachtungen, daß durch ein längeres Liegen der Muskelfasern in Alkohol, ja selbst in Glycerin, der durch heißes

[1]) Vgl. *Krukenberg* u. *H. Wagner*, Zeitschr. f. Biologie. Bd. 21. 1885. S. 37—40.

Glycerin langsam extrahirbare oder wenigstens stark zum Quellen gebrachte, die Doppelbrechung der Wirbelthiermuskeln bedingende Körper (Myosin resp. Myosinogen) sehr resistent gegen dieses Extractionsmittel geworden ist. Es läßt sich außerdem nicht verkennen, daß die hämoglobinhaltigen Muskelfasern sowohl vom Kaninchen wie vom Lachs durch heißes Glycerin energischer angegriffen werden und ihre Myosinsubstanz an dieses leichter abgeben als die blassen resp. die durch Rhodophan gefärbten Fasern.

Die Messungen an den Muskelfasern wurden mittelst eines *Hartnack* 9 (Trockensystem) und Ocular 2, dem das Mikrometer eingefügt war, ausgeführt. Eigene Bestimmungen lehrten, daß ein Theilstrich der Skala 0.0023 mm. am Objecte entsprach. Die rothen und blassen Kaninchenmuskeln wurden zuerst frisch untersucht und dabei als Breitendurchmesser der rothen Fasern 0.0186 bis 0.0207 mm., als Breitendurchmesser der blassen Fasern 0.0414 bis 0.0506 mm. gefunden. Diese Abweichungen sind interessant; aber es befinden sich diese Beobachtungen im Widerspruch mit einer Angabe von *Ranvier*[1]), der gemäß beim Kaninchen die Faserdicke der rothen und weißen Muskelfasern ungefähr die gleiche (0.040 bis 0.060 mm.) sein soll. Es ist sehr zu bedauern, daß nicht notirt wurde, welche rothen Muskeln Herrn *Brown* zur Untersuchung dienten.

Die Höhe der Muskelfächer wurde an blassen und rothen Fasern bestimmt, sowohl an solchen, welche dem eben getödteten Kaninchen entnommen waren, als auch an solchen, welche einen Tag in kaltem Glycerin gelegen hatten.

Bei den blassen Muskeln kamen auf 20 Theilstriche unserer Skala (= 0.046 mm.) folgende Zahlen von Querstreifen:

---

[1]) *L. Ranvier*, Archives de physiologie. T. 6. 1874. p. 5—15.

Frisch untersucht		24 Stunden in Glycerin aufbewahrt	
Zahl der Querstreifen.	Daraus berechnete Höhe eines Muskelfaches in mm.	Zahl der Querstreifen.	Daraus berechnete Höhe eines Muskelfaches in mm.
22	0.0021	21	0.0022
20	0.0023	20	0.0023
26	0.00177	22	0.0021
24	0.00192	20	0.0023
22	0.0021	21.5	0.00215
22	0.0021	22	0.0021

Bei rothen Muskeln fand sich innerhalb derselben Länge (0.046 mm.) folgende Anzahl von Querstreifen:

Frisch untersuchte Muskeln vom Unterschenkel		Muskeln vom Oberschenkel, 24 St. in Glycerin aufbewahrt	
Zahl der Querstreifen.	Daraus berechnete Höhe eines Muskelfaches in mm.	Zahl der Querstreifen.	Daraus berechnete Höhe eines Muskelfaches in mm.
17	0.0027	18	0.00256
18	0.00256	20	0.0022
16	0.00288	20	0.0022
16	0.00288	18	0.00256
18	0.00256	15	0.00307
17	0.0027	17	0.0027
17	0.0027	17	0.0027

Nachdem ich mich durch Messungen überzeugt hatte, daß bei den Lachsmuskeln die Durchschnittsziffern für die Breitendurchmesser in keiner Weise beeinflußt werden, wenn der leichteren Präparation wegen statt des frischen Materiales Muskelfasern verwendet werden, welche 48 Stunden in reinstem, neutral reagirendem Glycerin gelegen haben, so veranlaßte ich Herrn *Brown*, nur mit Glycerin behandelte Muskeln mit solchen zu vergleichen, welche die nämliche Zeit in 90%igem Alkohol zu-

gebracht hatten. Hierbei ergab sich nun für die beiden Muskelarten Folgendes:

A. Hellrothe Muskeln vom Lachs.

a. 48 Stunden in Glycerin gelegen.

Die Höhe der einzelnen Muskelfächer zeigt sich ziemlich constant. In den meisten Fällen kommen auf eine Faserlänge von 0.0233 mm. 12 Querstreifen, seltener schon deren 14; die Höhe eines Muskelfaches schwankt demnach zwischen 0.0019 und 0.0016 mm. Weniger beständig ist die Breite der Fasern; dieselbe variirt im Allgemeinen zwischen 0.0816 und 0.106 mm. Einige Fasern, allerdings große Ausnahmen, weisen auch nur eine Breite von 0.0466 mm. auf.

b. 48 Stunden der Alkoholwirkung ausgesetzt.

Bezüglich der Querstreifen und der Breite der Fasern bieten sich Verhältnisse, welche denen bei den Glycerinpräparaten entsprechen.

B. Dunkelrothe Muskeln vom Lachs.

a. 48 Stunden mit Glycerin behandelt.

Die Höhe der Muskelfächer schwankt im Großen und Ganzen ebensowenig als bei den hellrothen Fasern. Einer Länge von 0.0233 mm. entsprechen ziemlich ausnahmslos 12 Querstreifen, wonach sich die Höhe eines Faches auf 0.0019 mm. stellt[1]). Die Faserbreite variirt zwischen 0.0233 und 0.067 mm., gewöhnlich beträgt dieselbe 0.046 mm.

b. 48 Stunden in Alkohol gelegen.

[1]) In meinen „Vergl.-physiol. Vorträgen“ Heft 5. S. 356 ist bemerkt, daß bei den hämoglobinhaltigen Muskeln vom Lachs die Höhe eines Muskelfaches 0.0023 mm. betrage und sehr selten unter 0.002 mm. herabgehe. Hier liegt ein Irrthum vor, welcher dem Obigen entsprechend zu berichtigen ist.

In der Zahl der Querstreifen auf einem bestimmten Längenabschnitte der Muskelfasern besteht weniger Uebereinstimmung als sonst. Man trifft in einer Länge von 0.0233 mm. 9 bis 15 Querstreifen an, und die Höhe der Muskelfächer variirt demnach zwischen 0.0015 und 0.0026 mm. Die Breite der Fasern ist dagegen constanter, immerhin aber unter die Norm gesunken; sie schwankt zwischen 0.026 und 0.036 mm.

Was schließlich die Größe, Gestalt und Vertheilung der Kerne in den beiden Muskelsorten des Lachses anbelangt, so wurden für diese Bestimmungen Alkoholpräparate mit Hämatoxylin gefärbt. Beide Muskeln sind ausnehmend reich an Kerngebilden, welche meist reihenweise angeordnet sind. In den hellrothen Fasern besitzen die Kerne gewöhnlich eine gekrümmte Form, und ihre Länge beträgt durchschnittlich 0.0116 mm., ihre Breite 0.0046 mm. In den dunkelrothen, hämoglobinhaltigen Fasern finden sich neben jenen, hier sehr vereinzelt auftretenden, längeren, sichelförmigen Kernen kurze runde Kerne, welche eine Längenausdehnung von 0.007 mm. und einen Querdurchmesser von 0.0045 bis 0.0055 mm. aufweisen.

Ueber seine Untersuchungen der doppelt schräggestreiften und glatten Fasern im Schließmuskel der Auster berichtete mir *H. Haeckel* Folgendes:

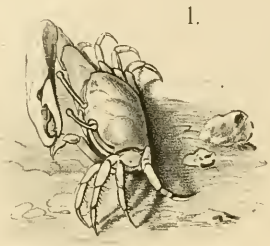
„Am glasigen Theile des Schließmuskels, dessen Muskelfasern die von *G. Schwalbe* beschriebene doppelte Schrägstreifung zeigen, sind die einzelnen Fasern lange, platte Bänder von ovalem Querschnitte. Die Breite derselben schwankt zwischen $5^1/_2$ bis 9 μ, doch besitzt die überwiegende Mehrzahl eine Breite von 7 μ. Die Kerne sind 3 μ breit und 4 bis 6 μ lang; sie liegen außen den Muskelfasern an.“

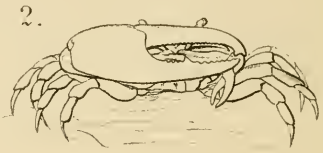
„Am faserigen Theile beträgt die Breite der einzelnen con-

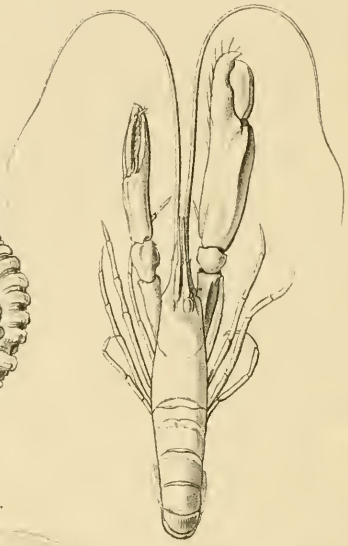
tractilen Elemente, welche platter als die des glasigen Theiles sind, im Durchschnitt 9 μ, doch finden sich daneben, wenn auch spärlich, Fasern von 2 bis 15 μ Breite. Die Kerne liegen gleichfalls der Faser außen an, sind 3 μ breit und 4 bis 5 μ lang, also etwas kürzer als die Kerne der doppelt schräggestreiften Muskelfasern."

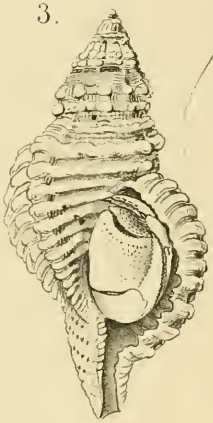
„Da sich der glasige Theil des Schließmuskels frisch nur sehr schwer auseinanderlegen läßt und dabei einzelne Fasern kaum isolirt werden können, so wurden beiderlei Arten von Fasern an Muskeln gemessen, welche längere Zeit in absolutem Alkohol gelegen hatten. Solche Präparate ließen sich in einem Tropfen Glycerin leicht zerzupfen. Es zeigte sich auch, daß so präparirte Elemente des faserigen Theiles, verglichen mit frisch in 1%iger Kochsalzlösung zerzupften, keine nennenswerthe Schrumpfung durch den Alkohol erfahren hatten."

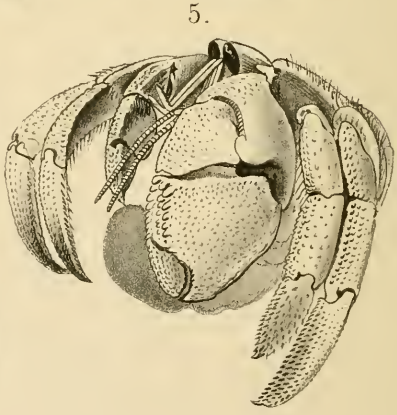
MARINE BIOLOGICAL
LIBRARY











Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena

Tafel II.

Asymmetrale Verstärkung der Muskelmasse in den Scheeren der Crustaceen.

Fig. 1. Gelasimus chlorophthalmus *M. E.* seitlich von oben betrachtet. Fundort: Strand, welcher sich am Festlande von dem Verbindungsdamme gegenüber Taolud nach Herkiko hin erstreckt.

Fig. 2. Derselbe von vorn gesehen.

Fig. 3. Coenobita rugosus *M. E.* versteckt im Gehäuse von Tritonium pileare *L.* Fundort: Schech Said bei Massaua.

Fig. 4. Derselbe, zurückgezogen im Gehäuse von Nassa Arcularia *Lam.* Ebendaher.

Fig. 5. Derselbe seine Wohnstätte verlassen habend, um sich eine neue zu suchen. Fundort: Rothes Meer in der Nähe von Aden.

Fig. 6. Paguristes maculatus *Heller,* aus seinem Verstecke in Suberites domuncula *Nardo* (cf. diese Studien. 1. Reihe 1. Abth. Taf. I. Fig. 3 u. 4) hervorlugend. Fundort: Adria bei Triest.

Fig. 7. Pagurus (Eupagurus) anachoretus *Risso,* verkrochen in dem Gehäuse von Cerithium vulgatum *Brug.* Ebendaher.

Fig. 8. Alpheus ruber *M. E.* aus dem Hafen von Triest.

Sämmtliche Abbildungen sind in natürlicher Größe ausgeführt.

Die Farben der lebenden Korallen des Rothen Meeres.

(Hierzu Tafel III.)

Die unterseeischen Korallenbänke des Rothen Meeres sind den farbenreichsten Naturbildern an die Seite gestellt. Bald erinnerten sie den Reisenden an die Ueppigkeit und Pracht des Pflanzenwuchses in den Urwäldern der Tropenländer, an den Tulpenflor der asiatischen Kirgisensteppen oder an die Orchideenwiesen oberhalb der Stadt Triest, bald machten die von kräftiger entwickelten Korallenbüschen überragten farbenprächtigen und formenreichen Riffe einen geordneteren Eindruck und riefen Erinnerungen wach an sorgfältig gepflegte Blumenbeete, an einen Blüthengarten mit exotischen Gewächsen. Die Mannigfaltigkeit der bunten Fischchen, welche die Korallenstöcke umspielen, ließen sich den Schmetterlingen und den Colibris vergleichen, welche die Nectarien der Blumen umflattern und, ebenso farbenprächtig wie die Blüthen selbst, durch diese einen natürlichen Schutz empfangen.

Vorwiegend wird der Zauber, welcher auf diesen Korallengärten ruht, die unvergleichliche Wirkung der Farben durch Contraste bedingt, zu welchen der weiße oder gelbe Sand, das blaue oder grüne Meer, die abwechselnden Färbungen benachbarter rother Seriatopora- oder Pocilloporabüsche, grüner Favien oder Galaxeen, gelber Madreporen und Turbinarien oder bräunlicher Montiporatafeln alle ihren Antheil beitragen. Viele der Färbungen sind aber schon an sich so lebhaft, daß es kaum weiterer Hilfsmittel bedarf, den Effect der Farben noch indirect zu steigern.

Wir wollen nun erfahren, was an den so mannigfaltigen Farbentönen der Korallenwiesen, welche wir in dem darüber gleitenden Boote wie in einem Kaleidoskope immerfort wechseln sehen, sich als wirklich echt herausstellt oder, anders ausgedrückt, was für thiereigne Pigmente dieser Farbenfülle zu Grunde liegen.

Gehen wir der Frage nach der Ursache der Korallenfärbungen nach, so fallen, wenn wir die Korallen aus der durchsichtigen Fluth an unser Boot nehmen, oder wenn wir gleiche Arten an verschiedenen Localitäten in's Auge fassen, sofort mehrere Erscheinungen auf, welche zu einer Untersuchung besonders anregen. So sehen wir die rosa bis purpurrothen Formen außerhalb des Wassers unter Lichteinfluß bald erblassen, viele gelbe Korallen dagegen unter diesen Umständen stark nachdunkeln, und die rein rothen Kalkgerüste der Orgelkoralle (Tubipora Hemprichi *Ehrbg.*) ebenso wie die der Edelkoralle des Mittelmeeres ihre Farbe unausgesetzt bewahren. Wie es beim Vergleich der Rothen Meeresformen mit denen des offenen Indischen Oceans so schlagend hervortritt, trägt ein und dieselbe Korallenspecies an diesem Standorte ein goldgelbes oder bräunliches, an einem andern hingegen ein smaragdgrünes Gewand, und ebenso auffälligen Verschiedenheiten in der Nuancirung gelber und brauner Formen begegnen wir an gar nicht entfernt von einander liegenden Plätzen. Zum Verständniß der Haltbarkeit dieser, der Vergänglichkeit jener Farben und des Variirens der Färbungen bei ein und derselben Species ist aber eine Kenntnißnahme von den Eigenschaften der Korallenfarbstoffe unerläßlich.

Die Farbstoffe der von mir bei Massaua und Suakim gesammelten Korallen sind z. Th. solche, welche zuerst bei Anemonia sulcata *Penn.* (Anthea cereus *Gosse*) aufgefunden und studirt sind[1]), z. Th. Uranidine und Floridine[2]), welche ebenfalls

[1]) Vgl. diese Studien. 2. Reihe. 3. Abth. 1882. S. 72—87.

[2]) Vgl. ebenda. S. 22—61.

eine ausgedehnte Verbreitung im Thierreiche besitzen, insbesondere aber gewisse Vertreter der Spongienclasse charakterisiren. Als es mir gelungen war, diese Parallelfälle nachzuweisen, und ich bemerkte, daß diese Verhältnisse immerfort wiederkehren, habe ich es für überflüssig befunden, die Untersuchungen noch auf weitere Arten auszudehnen. Es blieb somit die Zahl der untersuchten Korallenspecies eine geringere, als ich anfangs geplant hatte, und es sind vornehmlich die nachstehenden Formen, welche ich in den Kreis meiner Beobachtungen hineinzog: Stylophora subseriata *Ehrbg.*, Pocillopora Hemprichi *Ehrbg.*, Seriatopora spinosa *M. E. & H.*, Madrepora Haimei *M. E. & H.*, Favia Ehrenbergi *Klz.*, Galaxea irregularis *M. E. & H.*, Montipora tuberosa *Klz.*, Turbinaria conica *Klz.* und Tubipora Hemprichi *Ehrbg.* Bei diesen Species fanden sich nachstehende Pigmente:

1. der gelbbraune Farbstoffkörper der sog. „gelben Zellen" der Actiniden, welcher mit den Hepatochromen (Enterochlorophyll *Mac Munn*'s) höher organisirter Wirbellosen eine täuschende Aehnlichkeit besitzt,
2. das Antheagrün,
3. rosa und purpurrothe Floridine,
4. ein (gelbes) Uranidin,
5. chlorophan- und rhodophanartige Lipochrome, aber wie bei der Anemonia in ausnehmend geringer Menge,
6. ein rothes, reichlicher nicht in Lösung überzuführendes Lipochromoid.

Wirkt kalter Alkohol nur kurze Zeit auf einen frischen oder besser noch auf einen lebenden Zweig irgend einer der oben erwähnten Korallenformen ein, so färbt sich die Flüssigkeit gelb, und es befindet sich in der Lösung der Farbstoff der sog. „gelben Zellen" meist gemischt mit einem Uranidine, mit Spuren von Lipochromen und, falls die Extraction nicht zeitig genug unter-

brochen wurde, auch mit mehr oder minder großen Mengen des Antheagrüns. Sind erheblichere Quantitäten letzteren Farbstoffes in Lösung gegangen, so ist die Farbe des Alkohols keine bräunliche oder goldgelbe, sondern eine gelbgrüne und statt des einen schwarzen Absorptionsbandes zwischen B und C weist das Spectrum alsdann noch einen zweiten schwarzen, die C-Linie nach dem Gelb zu überragenden Streifen auf. Ist jedoch nicht zu viel Antheagrün in der Lösung zugegen, so zeigt der alkoholische Auszug ein Spectrum, dessen scharf umgrenztes, schwarzes Band zwischen B und C auf den Farbstoff der sog. „gelben Zellen" zu beziehen ist, und welches mit dem Spectrum des ersten alkoholischen Auszuges von Anemonia sulcata wie mit denen der alkoholischen Leberauszüge von Gastropoden und Crustaceen die größte Aehnlichkeit besitzt. Auf Taf. III. sind in 2 bis 10 Spectren solcher möglichst reinen Farbstofflösungen dargestellt, und zum Vergleich ist in 1 das Spectrum eines alkoholischen Leberauszuges von Trochus pyramidalis hinzugefügt. Derartige alkoholische Korallenauszüge, für welche also das dunkle Spectralband zwischen B und C ganz charakteristisch ist, ändern ihre spectroskopischen Eigenschaften gar nicht resp. nur unbedeutend, wenn sie mit Essigsäure angesäuert, mit Natronlauge alkalisch gemacht werden, oder wenn statt des Aethylalkohols Aether, Amylalkohol, Chloroform, Terpentinöl, Schwefelkohlenstoff als Lösungsmittel Verwendung finden. Dagegen wird der Farbstoff durch Verseifen der alkoholischen Lösung mit Natronlauge zerstört und concentrirte Schwefelsäure verändert sein Spectrum in der nämlichen Weise, als es früher von mir[1]) für den gelben Farbstoff der sog. „gelben Zellen" der Anemonia beschrieben und abgebildet ist. Diese Reactionen genügen, um darzuthun, daß der Farbstoff der „gelben Zellen" der Anemonia auch ständig in den Steinkorallen anzutreffen ist.

[1]) a. a. O., S. 85 u. 86.

Wird die Extraction der Korallenstücke mit immer neuen Portionen kalten, absoluten Alkohols wiederholt, so erhält man bei der grünen Galaxea und der grünen Favia Auszüge, welche zunehmend reiner grün gefärbt sind. Das rührt daher, daß der Farbstoff der „gelben Zellen“ durch den Alkohol bereits extrahirt ist, und jetzt immer mehr die Farbe des durch Alkohol schwieriger in Lösung zu bringenden Antheagrüns zur Geltung kommt. Aber nicht nur die ganz oder stellenweise grünen Korallen enthalten Antheagrün, sondern auch bei gelb oder bräunlichgelb erscheinenden Species ist dasselbe nachzuweisen und wird voraussichtlich ein regelmäßiger Begleiter des Farbstoffes der sog. „gelben Zellen“ sein. Verseift man die späteren alkoholischen Auszüge von Turbinaria conica *Klz.* und mesenterina *Lam.*, von Montipora gracilis *Klz.*, spongiosa *Ehbg.* und tuberosa *Klz.*, von Stylophora subseriata *Ehbg.* u. dgl. m., so wird der Farbstoff der gelben Zellen radical zerstört, die Seifenlösungen sind grün gefärbt und geben nach vorausgegangener Extraction mit Petroläther viel des grünen, roth fluorescirenden Farbstoffes, der durch sein spectroskopisches (vgl. Taf. III, Spectr. 12) wie chemisches Verhalten leicht als Antheagrün zu erkennen ist, an Aether ab.

Nach diesen Befunden hat das Variiren der einzelnen Korallenarten zwischen Grün, Braun und Gelb sein Ueberraschendes für uns verloren; wir wissen jetzt, daß hier, wie überall in der Natur[1]), nur quantitative Differenzen zum Ausdruck gelangen,

[1]) Während meines Aufenthaltes am Rothen Meere habe ich mehrere recht instructive Beispiele derartiger quantitativen Farbenabweichungen kennen gelernt, von denen ich zwei anführen möchte.

Daß mehrere Krebsarten in der Färbung außerordentlich variiren, ist lange bekannt, und viele hübsche Farbentafeln sind angefertigt, welche das erläutern können. Gonodactylus graphurus *White* dürfte in dieser Beziehung aber alle seine Stammesverwandten übertreffen. Grüne und violette Varietäten dieser Krebsform sind sehr häufig, und besonders an den Augen sieht man beide Farben sich gegenseitig vertreten. Nicht weniger

daß die grünen Korallenvarietäten viel Antheagrün neben verhältnißmäßig wenig von dem Farbstoffe der sog. „gelben Zellen“ enthalten, daß sich dagegen bei den gelben und braunen Varietäten dieses Verhältniß umkehrt, und wir brauchen somit nicht mehr verwundert zu thun, wenn z. B. die grüne Hydnophora rigida *Dana* von Singapore an einem andern Standorte plötzlich in einem rein gelben Gewande auftaucht, oder wenn die grünen Xenien von Tor und Massaua im Canale von Suakim braun geworden sind. Schon in meiner Abhandlung über die Actinienfarbstoffe[1]) habe ich Gründe vorgebracht, welche eine chemische und genetische Zusammengehörigkeit der Antheapigmente (speciell des Antheagrüns und des Farbstoffes der sog. „gelben Zellen“) anzudeuten scheinen. Seitdem ich jüngst bei Herrn Dr. *Ed. Graeffe* in Triest eine schneeweiße Anemonia sulcata sah, bei welcher, wie die Untersuchung ergab, nicht nur der Farbstoff der „gelben Zellen“ und das Antheagrün, sondern auch das rothe Pigment, welches bei normalen Exemplaren an der Spitze der Tentakeln unmaskirt hervortritt, durchaus fehlte, und ähnliche Beobachtungen ich auch von anderen Forschern mitgetheilt erhielt, kann ich

auffallend war für mich, daß die Gonodactylen in der Bai von Suez blaugrün, bei Massaua dagegen feuerroth gefärbt sind. Letztere Färbung rührt von einem rhodophanartigen Lipochrome her; werden die Krebse in Alkohol geworfen, so gehen die Lipochrome in Lösung, und die Thiere nehmen nun genau dasselbe haltbare Blaugrün an wie der Gonodactylus der Bai von Suez.

Das von der dunkelbraunen Färbung der Mittelmeerformen so abstechende eigenartige Gelb der S. 152 erwähnten Holothurienspecies des Rothen Meeres rührt nicht, wie man vermuthen sollte, von einem gelben Lipochrome, sondern von einem Uranidine her. Dieser gelbe Farbstoff ist von mir schon früher (cf. diese Studien. 2. Reihe. 3 Abth. 1882. S. 53—56) zum Gegenstande einer eigenen Untersuchung gemacht worden, denn es ist der nämliche, welcher sich, durch das braune Pigment völlig maskirt, auch in der Haut der adriatischen Holothuria Poli findet.

[1]) a. a. O., S. 86.

an einer Zusammengehörigkeit aller dieser Farbstoffe kaum noch zweifeln.

Der Farbstoff, welcher am häufigsten und reichlichsten dem Pigmente der „gelben Zellen“ in den alkoholischen Korallenauszügen beigemengt ist, ist ein Uranidin und besitzt wie sämmtliche dieser Klasse angehörenden Substanzen eine gelbe Farbe. Alle von mir auf die Anwesenheit dieses Uranidins geprüften gelben, gelbbraunen und grünen Korallenspecies — und es ist außer den oben (S. 174) namhaft gemachten noch eine große Summe — enthalten dasselbe. Bei schwach tingirten Arten, wie z. B. bei Coeloria arabica aus dem Canale von Suakim, bei der gelblichen Varietät von Porites solida aus dem Golfe von Herkiko waren allerdings nur Spuren dieses Farbstoffkörpers nachweisbar.

Das Uranidin der Korallen gleicht in allen Puncten — auch was seine Existenzfähigkeit durch ein in den Zellen vorhandenes Reductionsferment anbelangt — dem Aplysinofulvin[1]). Dasselbe löst sich in Wasser, Alkohol, Aether, Petroläther, Benzol, Chloroform, Terpentinöl u. s. w., sein Spectrum bietet ausnahmslos keine irgendwie circumscripte Absorptionen dar, durch Natronlauge erfährt es eine Bräunung, in sauren Flüssigkeiten erhält es sich und concentrirte Schwefelsäure verwandelt es in ein rothbraunes Product.

Am reinsten gewinnt man dieses Pigment durch Behandlung lebender, floridinfreier, gelber Korallen mit lauwarmem destillirten Wasser. Das Reductionsferment, welches es beständig werden läßt, geht mit in's Wasser über und die Lösungen behalten deshalb wenigstens einige Stunden lang ihre gelbe Farbe bei; später bräunen sich dieselben, und es bildet sich dann aus dem Farbstoffe eine für Wasser wenig lösliche melaninartige Materie. Um die Melanose des Uranidins durch Wärme zu bewirken, bedarf

[1]) Vgl. diese Studien. 2. Reihe. 3. Abth. 1882. S. 41 ff.

es bei den Korallen einer niedrigeren Temperatur als bei dem Aplysinofulvin. Während meiner Anwesenheit in Marseille habe ich meine früheren Untersuchungen über die Verfärbung der Aplysina aërophoba fortgesetzt und dabei unter anderem festgestellt, daß bei successivem Erwärmen lebender, schwefelgelber Aplysinastöcke in frisch geschöpftem Meerwasser eine ausgesprochene Violettfärbung des Schwammes wie des umgebenden Wassers erst bei 70° *C.* erfolgt. Operirt man an einer gelben, lebenden Koralle (z. B. an Stylophora subseriata, Seriatopora spinosa oder an Turbinaria conica) in gleicher Weise, so tritt eine Bräunung des anfangs gelb gewordenen Meerwassers bereits bei ca. 55° *C.* ein; weit rascher erfolgt zwar auch hier die Melanose, wenn die Korallen sofort in Meerwasser gebracht werden, welches nahezu Siedetemperatur besitzt. Lediglich dem Gehalte an diesem Farbstoffe ist es zuzuschreiben, daß viele Korallen beim Liegen an der Luft schon nach wenigen Minuten ihre gelberen Töne verlieren, daß ausnahmslos sämmtliche gelben bis gelbbraunen Species beim Absterben nachdunkeln. Ich habe mich in Massaua mehrfach bemüht, die melanotische Verfärbung an den Korallen durch Einsetzen in frisches Meerwasser oder in seichtere, von mir täglich besuchte Meerestiefen rückgängig zu machen; doch blieben meine Bemühungen ohne sonderlichen Erfolg selbst bei solchen Stöcken, an denen die Melanose erst eben begonnen hatte. Ueber den Verfärbungsvorgang an sich sind wir durch meine Untersuchungen des Aplysinofulvins ziemlich gut unterrichtet[1]), und da die Erscheinung bei den Korallen in der

[1]) Um zu erfahren, wie groß der Einfluß des lebenden Gewebes selber bei der melanotischen Verfärbung ist, habe ich schwefelgelbe lebende Stöcke der Aplysina aërophoba verschiedenartig vergiftet. Es wurden die folgenden Proben angesetzt und jeder derselben ein größerer Schwammstock hinzugefügt: 1) 250 cbc. frisches Meerwasser, in welchem 2.5 gr. Strychninnitrat gelöst waren; 2) nicotinisirtes Meerwasser (1.25 gr.: 250 cbc.);

nämlichen Weise wie bei Aplysina verläuft, so habe ich hierüber nichts Weiteres zu berichten.

Die rosafarbigen Zinken und Spitzen der Stylophora und Seriatopora, die purpurrothen Köpfe der Pocillopora verdanken ihre Färbung einem Floridine, welches bei letzterer Form wahrscheinlich ein anderes und haltbareres ist als das bei Vertretern der erstgenannten Genera. Alle diese Farbstoffe sind wenig beständig; Siedetemperatur, Alkohol u. dgl. m. zersetzen sie momentan, und beim Liegen an der Luft verbleicht kaum ein

3) 200 cbc. mit Chloroform gesättigtes Meerwasser; 4) 250 cbc. destillirtes Wasser.

Die Schwammstöcke gelangten 1 h. 15 min. gleichzeitig in die Flüssigkeiten. In dem Nicotinwasser bildete sich schon nach wenigen Minuten eine Violettfärbung aus, doch war dieselbe nicht der Ausdruck einer reinen Nicotinwirkung, sondern nur die Folge der durch das hinzugesetzte Alkaloid entstandenen Alkalescenz des Wassers. Es wurde deshalb die alkalische Reaction durch Essigsäurezusatz ausgeglichen und in die völlig neutrale Nicotinlösung 1 h. 45 min. ein neues Aplysinastück gesetzt. Die Ergebnisse waren nun folgende: Im Chloroformwasser begann die Violettfärbung des Schwammes nach ca. 15 Minuten. 3 h. 10 min. war das ganze Stück an der Oberfläche tief blauschwarz und auch im Innern mißfarbig geworden, und das umgebende Wasser hatte durch ausgetretenen Farbstoff eine blauviolette Farbe empfangen. Langsamer bildete sich die Melanose in dem destillirten Wasser aus. 5 h. ist auch bei diesem Versuche der Schwamm durch und durch mißfarbig geworden, bietet äußerlich aber nicht das tiefdunkele Colorit dar wie das chloroformirte Stück, und das Wasser hat keine blauviolette sondern eine violettrothe Färbung angenommen. Die in neutralem Nicotin-, in dem strychnisirten wie in reinem Meerwasser gehaltenen Schwämme sind zu dieser Zeit (5 h.) noch annähernd normal gefärbt.

Wir entnehmen diesen Versuchen, daß es die eiweißcoagulirenden, die Sarkode des Schwammgewebes tödtenden Substanzen (Chloroform, destillirtes Wasser) sind, welche Verhältnisse in den Zellen schaffen, unter welchen das Aplysinofulvin nicht weiter zu bestehen vermag. Durch die Coagulation der Sarkode wird das Reductionsferment rapide zerstört, und so tritt die Melanose unter der Chloroform- wie destillirten Wasserwirkung weit rascher ein als bei dem langsam sich ausbildenden Zellentode unter gewöhnlichen Umständen.

anderer animalischer Farbstoff so rasch als der im Rosaanfluge der Stylophora- und Seriatoporaarten. Es gibt für diese Floridine kein besseres Lösungsmittel als kaltes süßes oder destillirtes Wasser; keines der gelben Korallenpigmente geht dabei in Lösung, und man erhält somit brillant purpurfarbene Flüssigkeiten, welche sich aber wie die Korallen selbst sehr bald entfärben. Ist in solchem Wasser die Zersetzung des Floridines noch nicht zu weit vorgeschritten, so gelingt es regelmäßig, durch Schütteln mit Luft das farblose Reductionsproduct in das Floridin zurückzuverwandeln. Außer in Wasser sind die Korallenfloridine unzersetzt nur noch durch Glycerin zu lösen, doch erfolgt mit diesem (wenigstens bei dem Purpur der Pocillopora) die Auflösung schwieriger als durch Wasser, und überdies erhält man unreinere Lösungen, weil das Glycerin zugleich gelbe Farbstoffe in sich aufnimmt. Das spectroskopische Verhalten der Lösungen dieser Farbstoffe ist von mir nur für das Floridin der Pocillopora Hemprichi ermittelt; weder in Wasser noch in Glycerin gelöst, weist das Spectrum dieses Floridines charakteristische Lichtabsorptionen auf und gleicht demnach dem Purpurfarbstoffe einer um Triest nicht seltenen, leicht rosa oder violett gefärbten Reniëraspecies, dessen Eigenschaften ich früher[1]) beschrieben habe.

Obschon wir seit meinen ersten Arbeiten über die Uranidine und Floridine wissen, daß diese Farbstoffe kein ausschließlicher Besitz der Spongien sind, so waren sie doch nirgends so häufig anzutreffen als gerade bei Vertretern dieser Zoophytenklasse. Bezüglich der Steinkorallen constatiren wir nun die überraschende Thatsache, daß sich hier einestheils diejenigen Farbstoffe (Antheagrün, Farbstoff der sog. „gelben Zellen") vorfinden, auf deren constantes Erscheinen wir bislang nur bei den Fleischpolypen rechnen konnten, anderntheils aber in der Anbildung der Uranidine und Floridine Verhältnisse wiederkehren, welche uns

[1]) Diese Studien. 2 Reihe. 3 Abth. 1882. S. 37 ff.

nur von den Spongien her geläufig sind. Wahrscheinlich verbindet noch eine zweite vergleichend-physiologische Uebereinstimmung die Alcyonarien wie die Zoantharien mit den Spongien, indem es nämlich die organische Gerüstsubstanz ist, welche bei einigen echten Vertretern letzterer Klasse aus dem Rothen Meere kein Spongin, sondern Cornein (d. i. die typische organische Grundsubstanz der Gorgoniden- und Antipathidenaxe) zu sein verspricht.

Sind die alkoholischen Korallenauszüge der Verseifung unterworfen, und wird die Seife alsdann nach einander mit Petroläther, Aether und Essigäther extrahirt, so erzielt man nicht die scharfe Sonderung der Pigmente als bei Lipochromgemischen oder bei einem Gemenge von Chlorophyllgrün mit Lipochromen. Die Zersetzungsproducte des Farbstoffes der sog. „gelben Zellen" tragen hieran allein die Schuld; von diesen nimmt Petroläther allerdings nur wenig, aber immerhin eine den Nachweis des Chlorophans störende Menge auf. Wie bei Anemonia[1]) bin ich deshalb auch bei den Steinkorallen nicht dazu gelangt, die Lipochrome aus den verseiften alkoholischen Auszügen rein abzuscheiden und ihr Spectralverhalten festzustellen. Ich bin darüber im Zweifel geblieben, ob die beiden Spectralbänder zwischen b und G, welche die Petrolätherauszüge der Seife bei den Korallen oft mit voller Deutlichkeit aufweisen und deren Lage aus Spectr. 11 der Tafel III. ersichtlich ist, auf Zersetzungsproducte des Farbstoffes der „gelben Zellen" oder auf ein chlorophanartiges Lipochrom zu beziehen sind. Daß ein Chlorophan keiner der untersuchten Korallen fehlt, läßt sich auf einem andern Wege, nämlich durch Prüfung des Verdampfungsrückstandes vom Petrolätherauszuge der Seife sicher darthun. Betupft man den Rückstand mit starker Salpetersäure oder mit concentrirter Schwefelsäure, so stellt sich allemal, bevor

[1]) a. a. O., S. 82.

die beigemengten Spuren des zersetzten Farbstoffes der „gelben Zellen“ auf die Säure zu reagiren beginnen, eine blaugrüne resp. lasurblaue Färbung ein, welche nur von einem Chlorophane herrühren kann. Nach anhaltender und wiederholter Extraction der verseiften Masse mit Petroläther entfernt man bei der ersten Ausschüttelung mit Aether aus den Korallenauszügen noch den letzten Rest dieses Chlorophanes, und es gelingt dann leicht, sich an den Verdampfungsrückständen der späteren ätherischen Seifenauszüge davon zu überzeugen, daß weder die Zersetzungsproducte des Farbstoffes der „gelben Zellen“ noch das Antheagrün auf die Säuren mit einer Blaufärbung reagiren.

Nur bei Turbinaria conica ist es mir und zwar unter Aufwand von viel Zeit und Geduld gelungen, aus der Seife nach oftmaliger Behandlung mit Aether schließlich durch Essigäther eine ziemlich reine, orangeroth gefärbte Rhodophanlösung zu erhalten. Der Rhodophanfarbstoff sonderte sich beim Abdampfen der Lösung ringförmig von dem noch immer beigemengten Antheagrün und ließ so eine Prüfung mit concentrirter Schwefelsäure, starker Salpetersäure und Jodtinctur zu. Die Säuren veränderten seine Farbe in's Blaue oder Blaugrüne, bei der Jodprobe hingegen kam es, wie sich häufig ereignet, nur zu einem matten bläulichgrünen Farbentone. Das verwaschene Rhodophanband war im Spectrum gut zu erkennen, doch gestatteten die Beimengungen nicht, seine Umrisse getreu zu entwerfen.

Ueberall in der Natur, wo die Lipochrome mit Calcium verbunden in harten und trockenen Gebilden lagern, zeichnen sich dieselben durch eine unbegrenzte Haltbarkeit aus und nichts verräth, daß hier Pigmente vorliegen, welche im freien und gelösten Zustande so außerordentlich lichtempfindlich sind. Dieselben scheinen in diesen Vorkommnissen gewöhnlich in widerstandsfähigere Modificationen übergegangen zu sein, für welche ich die Bezeichnungen Lipochromoïde und Melanoïde in Vorschlag

brachte[1]), und deren Annahme sich darauf stützt, daß bei directer Prüfung hinreichend durchsichtiger rother, gelber und brauner Molluskenschalen, welche die Lipochromreactionen eingehen, nichts von den typischen Lichtabsorptionen der Lipochrome im Spectrum wahrzunehmen ist. Alkalien vermögen den Lipochromen wenig anzuhaben, Säuren wirken dagegen rasch zerstörend auf sie ein, und so erklärt es sich, daß bei allen verkalkten Geweben nach einer vorausgegangenen Säureeinwirkung Aethylalkohol, Amylalkohol u. dgl. m. nur höchst minimale Mengen unzersetzter Lipochrome in Lösung überführen. Ein Lösungsmittel ist für die hier vorliegenden lipochromatischen und lipochromoiden Calciumverbindungen nicht aufzufinden gewesen, und so bleibt unser Wissen vorläufig auf Das beschränkt, was sich an dem rückständigen Farbstoffe nach der Säureextraction oder an den verkalkten Gebilden unmittelbar in Erfahrung bringen läßt.

Die rothen Skelete der Edelkoralle (Corallium rubrum *Lam.*) des Mittelmeeres wie die der Orgelkoralle (Tubipora musica *L.*) des Rothen Meeres schließen sich in dieser Beziehung vollkommen den meisten rosenfarbigen, rothen, braunen und gelben Molluskengehäusen an, indem es zweifellos ein Rhodophankalk ist, welcher diesen Korallenskeleten ihr haltbares Roth ertheilt. Schon *Trommsdorff*[2]) gab an, daß bei der Edelkoralle das feurige Roth nicht, wie viele vor und nach ihm angenommen haben, auf Eisenoxyd, sondern auf der Gegenwart eines in Terpentinöl, und wenn es dadurch aus der Kalkmasse erst einmal ausgezogen ist, auch in Alkohol und Aether, nicht aber in Kali löslichen Harzes beruhe. Was jedoch *Trommsdorff* mit Terpentinöl aus Corallium auszog, können nur unverbundene Mengen des Rhodophanfarbstoffes gewesen sein, von welchem in den Ske-

[1]) Zur Kenntniß der Genese der Gallenfarbstoffe und der Melanine. Centralbl. f. d. medic. Wissensch. 1883. No. 44.

[2]) Cf. meine Vergl.-physiol. Vorträge. Bd. I. Heft 3. 1884. S. 126.

leten meist recht wenig, oft gar nichts vorhanden ist. An solchen orangefarbigen Lösungen habe auch ich experimentirt und dabei gefunden, daß dieselben ohne charakteristisches Spectralverhalten sind, daß der Verdampfungsrückstand des alkoholischen Auszuges aber auf starke Salpetersäure, concentrirte Schwefelsäure und auf Jod nach Art der Lipochrome reagirt. Durch einfaches Betupfen stark gerötheter Theile des Kalkgerüstes mit Salpetersäure erzielt man bei Corallium wie bei Tubipora nicht selten unmittelbar eine Bläuung des Rhodophankalkes, und ebenso gut lassen sich geeignete Skeletstücke beider Korallenarten durch Salzsäurebehandlung und Durchtränken mit einem ätherischen Oele einer directen spectroskopischen Analyse zugängig machen, ohne daß jedoch auch bei dieser Versuchsanordnung begrenzte Absorptionsbänder im Spectrum zur Wahrnehmung gelangen. Wie sämmtliche Lipochrome, so ist auch dieser Korallenfarbstoff eisenfrei, und nach der von mir früher[1]) beschriebenen, allein als zuverlässig erkannten Methode des Eisennachweises untersucht, zeigte sich auch, daß tief rothe Stellen der Edelkoralle bisweilen nicht die geringsten Spuren dieses Metalles enthalten.

Im Uebrigen ist diesem Rhodaphankalke nicht beizukommen gewesen. Kein Mittel, welches irgendwie Aussicht auf Erfolg versprach, glaube ich unversucht gelassen zu haben, um den Korallen, wenn auch nur nennenswerthe Mengen ihres rothen Pigmentes zu entziehen. Ich operirte mit den schwächsten organischen Säuren, mit kohlensäuregesättigtem Wasser und griff auch zu den Stoffen, mit welchen (wie z. B. mit Amylalkohol und den Gallensäuren) in der Farbenphysiologie so manches Unglaubliche schon gelang. Die Färbung erwies sich jedoch als zu echt, sie widerstand allen Kniffen und Künsten.

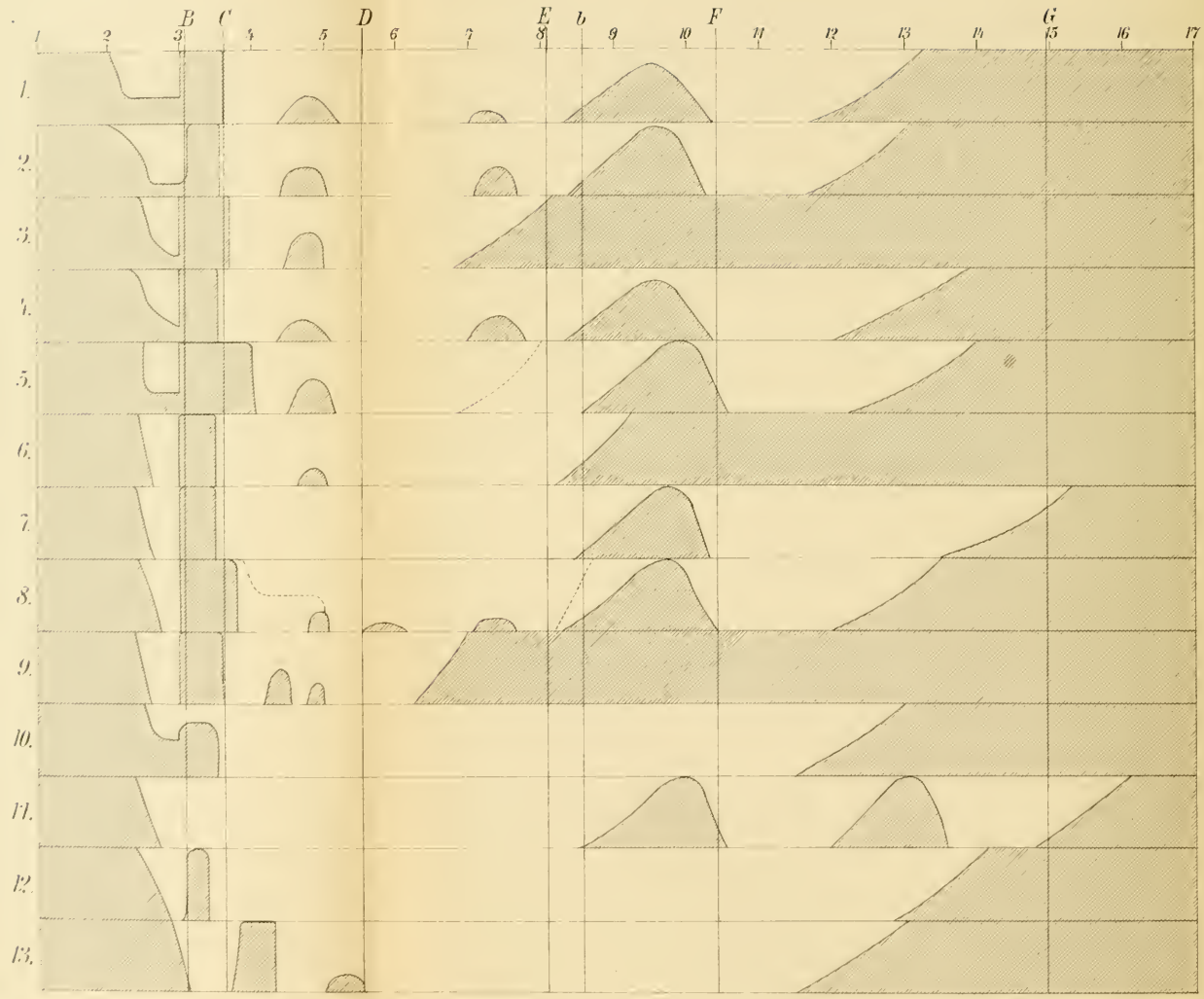
Was von den Europäern in den Küstenstädten am Rothen

[1]) Unters. a. d. physiol. Inst. d. Univ. Heidelberg. Bd. II. Heft 3. Heidelberg. 1878. S. 288.

Meere als schwarze Edelkoralle bezeichnet wird, sind knorrige Gorgoniden- und Antipathidenstämme und zwar die Arten: Plexaura antipathes *Köll.*, P. torta *Klz.* und Antipathes isidis plocamos *Ehbg.*, welche besonders häufig in der Nähe von Djedda vorkommen und hier (josr genannt) zur Anfertigung von Cigarrenspitzen Verwendung finden. Mir brachten am Ausgange des Canales von Suakim aus einer Tiefe von 20 mtr. Taucher nur die 1 bis 2 mtr. lange, dünne Antipathes (Cirrhipathes *Blainv.*) anguina *Gray* herauf, welche hier „abu kurbatsch" (d. h. „Vater der Peitsche") genannt wird; Stämme der übrigen Species erhielt ich als Geschenk von Herrn *Oßwald* in Suakim.

Bei der Untersuchung der organischen Grundsubstanz der Gorgoniden- und Antipathesaxen, des Corneïn, war ich[1]) zweifelhaft geblieben, ob die braune, in derberen und dickeren Stücken sich bis zu pechschwarz steigernde Färbung dem Corneïn als solchem angehöre, oder ob derselben ein eigener Farbstoffkörper zu Grunde liege. Ich habe seitdem ein Mittel gefunden, durch welches der Farbstoff zu lösen ist. Nach wochenlanger Aufbewahrung der Corneïnstücke in kalt gesättigtem Barytwasser ist das rückständige Corneïn bis auf einen schwach bräunlichgelben Ton gebleicht, und die Flüssigkeit hat eine bräunliche Farbe angenommen. Die Farbstofflösung zeigt spectroskopisch nichts Bemerkenswerthes und das chemische Verhalten des Pigmentes ist ein ebenso unbestimmtes als das der Melanine, denen dasselbe einzuordnen sein wird. Die minimalen Quantitäten des Farbstoffes, welche in den von mir auf Corneïn verarbeiteten Skelettheilen zugegen waren, haben die Ergebnisse der Elementaranalysen unmöglich beeinflussen können.

[1]) Cf. meine Vergl.-physiol. Vorträge. Bd. I. Heft 3. 1884. S. 119 und Heft 4. 1885. S. 209—211.



Lith Anst v. A. Giltsch, Jena.

Erläuterung der Spectren auf Tafel III.

1. Gelbgrün gefärbter alkoholischer Auszug der Leber von Trochus pyramidalis aus dem Golfe von Herkiko. Spectrum eines Hepatochromes für den Vergleich mit den Absorptionsspectren der alkoholischen Korallenauszüge.

2. Alkoholischer Auszug von Stylophora subseriata *Ehbg.* (goldgelb).

3. dito von Pocillopora Hemprichi *Ehbg.* (goldgelb).

4. „ „ Madrepora Haimei *M. E. & H.* (grasgrün).

5. „ „ Seriatopora spinosa *M. E. & H.* (bräunlichgelb).

6. „ „ Favia Ehrenbergi *Klz.* (grüngelb).

7. „ „ Galaxea irregularis *M. E. & H.* (grüngelb).

8. „ „ Montipora tuberosa *Klz.* (bräunlichgelb).

9. „ „ Turbinaria conica *Klz.* (bräunlichgelb).

10. „ „ Tubipora Hemprichi *Ehbg.* (grünlichgelb).

11. Petrolätherauszug der mit Natronlauge verseiften alkoholischen Farbstofflösung aus Stylophora subseriata *Ehbg.*

12. Alkoholischer Auszug von Turbinaria conica *Klz.* mit Natronlauge verseift und die grasgrüne Seifenlösung nach Extraction mit Petroläther und Aether durch Wasser verdünnt. Vgl. das entsprechende Spectrum einer alkoholischen Auflösung von Antheagrün auf Taf. IV, Spectr. 4 dieser Studien. II. Reihe. 3. Abth.

13. Alkoholischer Auszug von Turbinaria conica *Klz.* mit Natronlauge verseift und der grüne Farbstoff der Seife nach dem Ausschütteln mit Petroläther in Aether gelöst. Vgl. das Spectrum eines entsprechend behandelten alkoholischen Auszuges der Tentakeln von Anemonia sulcata *Penn.* auf Taf. IV, Spectr. 22 dieser Studien a. a. O.

Geschlossen am 18. Juli 1887.

Inhalt der vierten Abtheilung.

Seite.

Die Beeinflussung des Salzgehaltes der lebenden Gewebselemente durch den Salzgehalt der Umgebung. Erste Abhandlung . . . 1

Der Wasseraustritt aus der Gallertscheibe der Medusen . . 1

Die nervösen Leitungsbahnen in dem Polypar der Alcyoniden . . 59

Erklärung der Tafel I 76

Neue Thatsachen für eine vergleichende Physiologie der Phosphorescenzerscheinungen bei Thieren und bei Pflanzen 77

I. Die physiologischen Eigenthümlichkeiten des Leuchtvermögens bei Pteroïdes griseum *L.* 83

II. Ueber die Phosphorescenzerscheinungen bei Agaricus (Crepidotus) olearius *DC.* 105

III. Das Leuchten des Rothen Meeres 117

Resumé 133

Zur Erläuterung des Titelbildes 142

Fortgesetzte Untersuchungen z. vergleichenden Muskelphysiologie 143

Erklärung der Tafel II 171

Die Farben der lebenden Korallen des Rothen Meeres 172

Erläuterung der Spectren auf Tafel III 187

Phosphorescence

VERGLEICHEND-PHYSIOLOGISCHE STUDIEN.

EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN

VON

Dr. C. FR. W. KRUKENBERG.

ZWEITE REIHE.

VIERTE ABTHEILUNG.

MIT VIER LITHOGRAPHIRTEN TAFELN.

HEIDELBERG.
CARL WINTER'S UNIVERSITÄTSBUCHHANDLUNG.
1887.

908
K94

Diese Studien erscheinen in zwanglosen einzeln käuflichen Abtheilungen, deren fünf eine Reihe bilden.

Erschienen sind bereits:

I. Reihe. I. Abtheilung. Mit vier Holzschnitten und zwei Tafeln. *M* 6. — Inhalt: Der Mechanismus des Chromatophorenspieles. — Ueber den Verdauungsmodus der Actinien. — Weitere Studien über die Verdauungsvorgänge bei Wirbellosen. — Vergleichend-toxicologische Untersuchungen als experimentelle Grundlage für eine Nerven- und Muskelphysiologie der Evertebraten. — Die Curarewirkung an den Raupen von Sphinx Euphorbiae. — Bedenken gegen einige aus neueren Untersuchungen über den Gaswechsel bei Fischen und bei Wirbellosen gezogene Schlußfolgerungen.

II. Abtheilung. Mit zwei lithographischen Tafeln. *M* 4. — Ueber Unterschiede der chemischen Bestandtheile von Organen ähnlicher Function bei Vertretern verschiedener Thierclassen. — Entwickeln die Spongien Ozon? — Ueber Reservestoffe. —Ueber thierische Farbstoffe und deren physiologische Bedeutung. — Ueber die Vertheilung des Wassers der organischen und anorganischen Verbindungen im Körper wirbelloser Thiere.

III. Abtheilung. Mit zehn Holzschnitten und einer Tafel. *M* 6. — Der Schlag der Schwingplättchen bei Beroë ovatus. — Ueber die Mechanik des Farbenwechsels bei Chamæleon vulgaris, *Cuv.* — Vergleichend-physiologische Beiträge zur Kenntniß der Respirationsvorgänge bei wirbellosen Thieren. — Ueber die Curare- und Strychninwirkung an Turris digitalis, Aequorea Forskalea und Carmarina hastata. — Bemerkungen zu der *Eimer*'schen Ansicht über den Ortswechsel der Rippenquallen. — Der Herzschlag bei den Salpen. — Die pendelartigen Bewegungen des Fußes von Carinaria mediterranea. — Ueber das Verhältniß der Leberpigmente zu den Blutfarbstoffen bei den Wirbellosen.

IV. Abtheilung. Mit vier lithographischen Tafeln. *M* 5. — Beiträge zur Anatomie und Physiologie von Luvarus imperialis *Raf.* — Einleitung. — I. Zur Anatomie und Histologie. Von Graf *Béla Haller.* — II. Das Auge. Von Dr. *E. Berger.* — III. Physiologisch-chemische Untersuchungen. Von *C. Fr. W. Krukenberg.*

V. Abtheilung. Mit einem Holzschnitt und drei Tafeln. *M* 4. — Zur Kenntniß der organischen Bestandtheile der thierischen Gerüstsubstanzen. Erste Mittheilung. — Das Antheagrün. — Ueber einen blauen Farbstoff, welcher sich auf feucht gehaltenem Fibrin bildete. — Weitere Beiträge zum Verständniß und zur Geschichte der Blutfarbstoffe bei den wirbellosen Thieren. — Nachträge zu meinen vergleichend-physiologischen Untersuchungen über die Verdauungsvorgänge. — Die Farbstoffe der Federn. Erste Mittheilung.

II. Reihe. I. Abtheilung. Mit vier Holzschnitten. *M* 6. — Inhalt: Der physiologische Vergleich. — Zur Kenntniß der organischen Bestandtheile der thierischen Gerüstsubstanzen. Zweite Mittheilung. — Beiträge einer Nervenphysiologie der Echinodermen. —Zur vergleichenden Physiologie der Lymphe, der Hydro- und Hämolymphe. — Zur Kritik der

Fortsetzung Seite 3 des Umschlags.

Schriften über eine sog. intracellulare Verdauung bei Cœlenteraten. — Weitere Untersuchungen zur vergleichenden Muskelchemie. — Totaler Albinismus bei Cucumaria Planci. — Die Farbstoffe der Federn. Zweite Mittheilung. — Ueber den Einfluß der Kohlensäure auf die Muskeln der Actinien und Medusen. — Kleinere Mittheilungen.

II. Abtheilung. Mit drei Holzschnitten und drei Tafeln. *M* 5. — Die Farbstoffe der Federn. Dritte Mittheilung. — Die Hautfarbstoffe der Amphibien. Erste Mittheilung. — Die Farbstoffe in der Reptilienhaut. Erste Mittheilung. — Die Pigmente der Fischhaut. Erste Mittheilung. — Rechtfertigung meiner Einwände gegen *Bizio's* vermeintliche Glykogennachweise bei wirbellosen Thieren. — Ueber das Helicorubin und die Leberpigmente von Helix pomatia. — Ueber das Bonelleïn und seine Derivate. — Untersuchungen der Fleischextracte von Schlangen und Crocodilen. — Kleinere Mittheilungen.

III. Abtheilung. Mit einem Holzschnitt und neun lithogr. Tafeln. *M* 7. — Die Pigmente, ihre Eigenschaften, ihre Genese und ihre Metamorphosen bei den wirbellosen Thieren. — Bemerkungen zu einigen neuen Aufsätzen vergleichend-physiologischen Inhalts. — Die Farbstoffe der Federn. — Die Pigmente der Fischhaut. — Erklärung der Spectralzeichnungen.

Vom gleichen Verfasser sind erschienen:

Vergleichend-physiologische Vorträge.

I. Band. gr. 8°. brosch. 12 M.

Inhalt: I. *Die Bedeutung der vergleichenden Methode für die Biologie* (1 M. 20 Pf.). II. *Grundzüge einer vergleichenden Physiologie der Verdauung* (1 M. 60 Pf.). III. *Grundzüge einer vergleichenden Physiologie der Farbstoffe und der Farben* (3 M. 20 Pf.). IV. *Grundzüge einer vergleichenden Physiologie der thierischen Gerüstsubstanzen* (2 M. 80 Pf.). V. *Grundzüge einer vergleichenden Physiologie der contractilen Gewebe* (3 M. 20 Pf.). VI. *Grundzüge einer vergleichenden Physiologie der nervösen Apparate* (3 M.).

Der II. Band wird enthalten: Grundzüge einer vergleichenden Physiologie der Wärme, elektrischen Erscheinungen, Photogenese, Secretionen, Circulations- und Respirationsvorgänge, Statik und Mechanik.

Jedes Heft ist einzeln käuflich.

☞ Diese Vorträge werden die Hauptgrundzüge einer vergleichenden Physiologie in den einzelnen für die gesammte Biologie wichtigeren Abschnitten gemeinverständlich behandeln. In den Anmerkungen wird die Literatur möglichst vollständig angegeben werden, so daß der Biologe einerseits eine Anschauung von den Resultaten und Tendenzen der vergleichenden Physiologie erhält, und der Fachmann anderseits zugleich die Mittel, sich über den Stand der Kenntnisse in einem Specialfach in kürzester Frist informiren zu können.

In Carl Winter's Universitätsbuchhandlung in Heidelberg sind vom gleichen Verfasser ferner erschienen:

Die

eigenartigen Methoden der chemischen Physiologie

als

Entgegnung auf die Festreden der Hrn. *Leube* und *Hoppe-Seyler*.

Vortrag.

Mit 2 colorirten Tafeln. gr. 8°. brosch. 1 M. 60 Pf.

☞ Wir erlauben uns, auf diesen interessanten Vortrag besonders aufmerksam zu machen.

Grundriß

der

medicinisch-chemischen Analyse

unter Zugrundelegung der im chemisch-physiologischen Laboratorium der königl. Universität Würzburg gehaltenen medicinisch-chemischen Curse.

Mit 29 Holzschnitten und 1 lithographirten Tafel. Lex. 8°. In Lwd. geb. 5 ℳ

☞ Dieser compendiöse Grundriß der medicinischen Chemie und der chemischen Physiologie von der Hand des dazu besonders berufenen Verf. wird allen Medicinern ein willkommenes Hilfsmittel sein.

In *Carl Winter's Universitätsbuchhandlung in* **Heidelberg** sind ferner erschienen:

Untersuchungen

aus dem

physiologischen Institute der Universität Heidelberg.

Herausgegeben von

Dr. W. Kühne,

o. ö. Professor der Physiologie und Director des physiologischen Instituts.

Band I. Heft 1. Mit 1 Tafel. gr. 8°. brosch. 3 M. 60 Pf. — Heft 2. Mit 4 Holzschnitten. gr. 8°. brosch. 4 M. — Heft 3. gr. 8°. brosch. 3 M. 60 Pf. — Heft 4. Mit 6 Tafeln. gr. 8°. brosch. 8 M. 80 Pf.
Band II. Heft 1. Mit 3 Tafeln. gr. 8°. brosch. 7 M. — Heft 2. gr. 8°. brosch. 6 M. — Heft 3. gr. 8°. brosch 3 M. 60 Pf. — Heft 4. Mit 2 Holzschnitten und 5 Tafeln. gr. 8°. brosch. 7 M. 40 Pf.
Band III. Heft 1/2. Mit 7 Holzschnitten. gr. 8°. brosch. 8 M. 80 Pf. — Heft 3/4. Mit 5 Holzschnitten und 1 Tafel. gr. 8°. brosch. 8 M. 20 Pf.
Band IV. Heft 1/2. Mit 13 Holzschnitten und 4 Tafeln. gr. 8°. brosch. 9 M. — Heft 3. Mit 1 Tafel. gr. 8°. brosch. 6 M.

C. F. Winter'sche Buchdruckerei.

Die alte Suezcanalanlage
auf der Weltkarte
in der Grofsherzogl. Bibliothek zu Weimar
aus dem Jahre 1424
(ca $\frac{2}{3}$ Gröfse des Originals).

VERGLEICHEND-PHYSIOLOGISCHE STUDIEN.

EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN

VON

Dr. C. FR. W. KRUKENBERG.

ZWEITE REIHE.

FÜNFTE ABTHEILUNG.

I. HÄLFTE.

WISSENSCHAFTLICHE ERGEBNISSE MEINER REISE

VOM

ÉTANG DE BERRE ÜBER MARSEILLE UND TRIEST

NACH

SUAKIM UND MASSAUA.

II. THEIL.

MIT ZWEI LITHOGRAPHIRTEN TAFELN.

HEIDELBERG.

CARL WINTER'S UNIVERSITÄTSBUCHHANDLUNG.

1888.

Das Recht der Uebersetzung in fremde Sprachen wird vorbehalten.

Die Durchfluthung des Isthmus von Suez in chorologischer, hydrographischer und historischer Beziehung.

(Hierzu Tafel I und II.)

Embryologische u. vergleichend-anatomische Forschungen lassen sich mit dem gleichen Erfolge wie heute noch nach Jahrhunderten anstellen; haben sich auf der durchstochenen Landenge von Suez und auf der von Panama die Faunen der so lange getrennt gehaltenen oceanischen Gebiete aber erst einmal gemischt, so bleiben der Wissenschaft die zahlreichen und werthvollen Thatsachen für immer verschlossen, welche die leider so vernachlässigte Thiergeographie oft besser und zuverlässiger als jede andere biologische Disciplin für den Zusammenhang der Thiergestalten, für das chronologische und topographische Auftreten neu erworbener Fähigkeiten u. s. w. unserer Generation noch zu bieten vermag!

Die beiden gewaltigen Continentalmassen der alten und der neuen Welt, von welchen sich die Erstere von 78° N. Br. bis 35° S. Br., die Letztere von 72° N. Br. bis 52° S. Br. ohne maritime Unterbrechungen ausdehnt, scheiden die Fauna und Flora der Meere in zwei große Reiche. Von Buenos Ayres östlich bis Stockholm erstreckt sich das Reich der Atlantis, von Suez östlich bis San Francisco das des indopacifischen Oceans. In der Hemisphäre der alten Welt verschmälert sich der Festlandsgürtel bei 30° N. Br., in der der neuen bei 9° N. Br.: beide Male in einer Zone also, in welcher die Durchbrechung der Landbarrière eine Vermischung gerade derjenigen Thier- und Pflanzenformen unausbleiblich zur Folge haben muß, welche durch die langgestreckte Form der Continente an einer activen Wanderung aus dem einen in das andere oceanische Gebiet am vollständigsten gehindert werden.

Das rastlose Streben der Cultur war und ist seit lange darauf gerichtet, durch Beseitigung dieser beiden Verkehrshindernisse, des Isthmus von Suez und der Landenge von Panama, den Seeweg nach vielversprechenden, fruchtbaren und productiven Ländern möglichst zu erleichtern und abzukürzen; weder der versengende Hauch einer wasserleeren Wüste, noch die dadurch geschürten epidemischen Krankheiten, Typhus und Cholera, haben die Ausführung eines solchen Projectes zu vereiteln vermocht! Die materielle Eröffnung einer Wasserstraße vom Rothen zum Mittelländischen Meere vermittelst des Nils ist eines der großartigsten Mittel gewesen, durch welche die Völker sich genähert, große Theile des Erdkreises zugänglicher geworden, die Erkenntnißsphären der Menschheit erweitert worden sind.

Die alten Canalanlagen auf dem Suezisthmus[1].

Zur Zeit *Alexander von Humboldt*'s huldigte man noch

[1]) Bei Abfassung des ersten Abschnittes dieser Abhandlung durfte die reichhaltige Literatur über die Canalbauten des Suezisthmus nicht unberücksichtigt bleiben. Der großen Liberalität unserer hiesigen Landesbibliotheken sowie der *Justus Perthes*'schen Geographischen Anstalt zu Gotha, der Buchhandlung von *R. Friedländer* und der Königlichen Bibliothek in Berlin, den Universitätsbibliotheken zu Göttingen, Straßburg i. Els. und Heidelberg danke ich es, daß meine diesbezüglichen Wünsche nicht unerfüllt geblieben sind. Außer den griechischen und römischen Classikern, deren — wie auch *Lepsius* dachte — „vor allen maßgeblichen Mittheilungen" im Anhange besonders niedergelegt sind, ist eine gründliche Kenntniß folgender Werke, an deren Hand man sich leicht in die einzelnen Fragen weiter vertiefen kann, auch für eine ausschließliche Naturbetrachtung dortiger Gegenden ganz unerläßlich.

Description de l'Égypte, publiée par les ordres de sa Majesté l'empereur Napoléon le Grand. État moderne. T. I. Paris. 1809.

Mémoire sur la communication de la mer des Indes à la Méditerranée par la mer rouge et l'isthme de Suêz par *J. Lepère*. p. 21—185.

Mémoire sur les anciennes limites de la mer rouge par *du Bois-Aimé*. p. 187—192. Die von *Panckoucke* besorgte zweite Auflage ist mir bislang nicht zugänglich gewesen.

État moderne. T. II. Paris. 1812.

Appendice au Mém. sur les anciennes limites de la mer rouge par *du Bois-Aimé*. p. 715—734.

ziemlich allgemein der Anschauung, daß nicht, wie *Aristoteles*

Ét. Quatremère, Mémoires géographiques et historiques sur l'Égypte et sur quelques contrées voisines. Recueillis et extraits des manuscripts Coptes, Arabes etc. de la Bibliothèque Impériale. T. I. Paris. 1811. Clysma. p. 151 bis 189.

A. Letronne, Recherches géographiques et critiques sur le livre „De mensura orbis terrae", composé en Irlande, au commencement du neuvième siècle, par *Dicuil.* Paris. 1814. p. 9—24.

U. J. Seetzen's Reisen durch Syrien, Palästina, Phönicien, die Transjordan-Länder, Arabia Petraea und Unterägypten. Herausgegeben u. commentirt von *Fr. Kruse.* Bd. 3. Berlin. 1855. S. 135—142.

R. Lepsius, Die Chronologie der Aegypter. Th. I. Berlin. 1849. S. 336—358.

H. Brugsch, Die Geographie des alten Aegyptens nach den altägyptischen Denkmälern bearbeitet. Bd. 1 u. 2. Leipzig. 1857—58 u. Geschichte Aegyptens unter den Pharaonen. Leipzig. 1877.

M. J. Schleiden, Die Landenge von Suez. Zur Beurtheilung des Canalprojects und des Auszugs der Israeliten aus Aegypten nach den älteren u. neueren Quellen dargestellt. Leipzig. 1858.

O. Fraas, Aus dem Orient. Geologische Beobachtungen am Nil, auf der Sinaihalbinsel und in Syrien. Stuttgart. 1867.

H. Stephan, Das heutige Aegypten. Ein Abriß seiner physischen, politischen, wirthschaftlichen und Cultur-Zustände. Leipzig. 1872. S. 425—525.

G. Ebers, Durch Gosen zum Sinai. Leipzig. 1872 (2. Aufl. 1881); falls nicht die beigesetzte Jahreszahl 1881 die zweite Auflage anzeigt, beziehen sich unsere Citate auf den ursprünglichen Text. Auf S. 473 theilt *Ebers* einige, zum Theil recht interessante Aufsätze über die älteren Suezcanalanlagen mit, welche von mir unerwähnt gelassen sind.

Linant de Bellefonds Bey, Mémoires sur les principaux travaux d'utilité publique exécutés en Égypte depuis la plus haute antiquité jusqu'à nos jours. Paris. 1872—73. p. 88—197.

K. Baedeker, Unter-Aegypten und die Sinai-Halbinsel. Handbuch für Reisende mit Aufsätzen von *G. Ebers*, *G. Brugsch* Bey, *Franz* Pascha u. A. Leipzig. 1885.

Ed. Naville, The store-city of Pithom and the route of the exodus. 2. Ed. London. 1885.

Werthvolle kartographische Entwürfe der älteren Canalanlagen finden sich in der Description de l'Égypte, in den Werken von *Lepsius*, *Linant,*

und *Strabo* melden, Ramses II. Miamen[1]), dessen Regierungszeit nach *Brugsch* etwa 1400 v. Chr. fällt, sondern erst Necho (ägypt. Nekau; 610—594 v. Chr.) das Vorhaben, eine maritime Verbindung des Nil mit dem Rothen und dadurch auch mit dem Mittelländischen Meere herzustellen, zur Ausführung gebracht

Schleiden, Brugsch und *Naville;* eine modernisirte Karte des Landes Gosen bei *Ebers.*

Trotzdem man seit des großen Napoleons denkwürdiger Expedition nach Kräften bestrebt gewesen ist, die Kürze und das Fehlende in den Wiedergaben der Classiker durch andere Quellen — durch die Inschriften an den Monumenten, durch die aufgefundenen Papyrus und Itinerarien — zu ersetzen, und die gesicherte Feststellung so mancher Städtelagen (wie z. B. von Pelusium, Phakusa, Bubastis, Atribis, Heliopolis, Memphis und seit *Eduard Naville's* glänzender Errungenschaft auch wohl die von Pithom) zu dem Großartigsten zählt, was die wissenschaftlichen Leistungen des 19. Jahrhunderts aufzuweisen haben, so sind wir über eben so viele, für den alten Canalverlauf äußerst wichtige Lokalitäten doch noch immer im Zweifel gelassen, und gar zu oft hat man erfahren müssen, daß gerade da, wo man schon vor Jahren Gewißheit errungen zu haben glaubte, nur Irrungen an der Tagesordnung waren. Dieser in so vielfacher Hinsicht noch immer herrschenden Unsicherheit wegen wolle man es mir verzeihen, wenn ich im Texte, mehr als sich vielleicht rechtfertigen läßt, den von den Naturkundigen, vor allen den von *v. Lesseps* (Percement de l'isthme de Suêz, exposé et documents officiels. Paris. 1855. II. et III. Sér. Paris. 1856, etc.) gehegten Anschauungen statt denen mancher Historiker gefolgt bin; aber auch Letzteren glaube ich durch die Nachträge zu ihrem Rechte verholfen und zugleich damit jedem Leser die Mittel an die Hand gegeben zu haben, sich auf diesem streckenweise noch sehr unbekannten Gebiete durch einen selbst gezogenen Ariadnefaden zurecht zu finden.

Aus der Fluth von Schriften, welche die moderne Canalisirung des Suezisthmus mit sich brachte, habe ich, um das Ganze nicht in Literaturangaben aufgehen zu lassen, in den den Text begleitenden Anmerkungen nur wenige hervorheben können.

[1]) Ramses II. wird gewöhnlich mit dem Namen Sesostris belegt; das ist nicht ganz zutreffend. „Ueber den griechischen Namen Sesostris", sagt *Ebers* (a. a. O., 1872. S. 473), „gingen lange Zeit die Ansichten der Aegyptologen auseinander; jetzt kann es kaum mehr zweifelhaft sein, daß unter seiner Herrschaft die vereinten Regierungszeiten Seti I. und seines Sohnes Ramses II., der schon «im Ei», d. i. von seiner frühesten Kindheit an als

habe. Aber auch der große Verfasser des Kosmos[1]) erinnerte daran, daß schon vor Necho in Aegypten eine ältere Kenntniß von der Möglichkeit einer ungehinderten Umschiffung Libyens vorhanden gewesen sein müsse, da *Herodot* den Necho bestimmt den Phöniciern befehlen lässt, „sie sollten den Rückweg nach Aegypten durch die Säulen des Hercules nehmen“. Später fand sich dann an der äußern Nordwand des großen Festsaales von Karnack eine von Inschriften begleitete Darstellung aus der Zeit des Vorgängers von Ramses II., Seti I., aus welcher hervorgeht, daß schon dieser bei seiner siegreichen Rückkehr aus Asien einen mit Krokodilen angefüllten Canal zu passiren hatte, der demnach nichts anderes als ein Nilarm sein konnte und mit Bastionen besetzt war, deren Bezeichnungen keinen Zweifel lassen, daß die

---

Mitregent seines Vaters betrachtet wurde, und, nach dem Tode Seti's, Ramses II. selbständige Regierung verstanden wurde. Für diese Auffassung trat unserer Ansicht nach die des Ramses Jugend behandelnde Inschrift von Abydos (*C. Maspero*, L'inscription dédicatoire d'Abydos. Paris. 1867) entscheidend ein. Seti I. war Usurpator, der sich durch die Heirath der Thronerbin Taïa, der er ungewöhnlich auszeichnende Titel beläßt, zu legalisiren suchte. Sobald ihm von der Taïa ein Sohn, Ramses II., geboren war, wurde in dessen, des unzweifelhaft berechtigten Fürsten, Namen fortregiert.“

[1]) *Alex. von Humboldt* fährt bei obiger Stelle (Kosmos. Bd. 2. Stuttgart u. Augsburg. 1847. S. 408) fort: „Sonderbar ist es immer, daß *Strabo*, der so weitläufig die versuchte Umschiffung des Eudoxus von Cyzicus unter der Kleopatra discutirt und auch der Trümmer des Schiffes aus Gadeira erwähnt, welches an der äthiopischen (östlichen) Küste gefunden war, zwar die vorgegebenen wirklichen Umschiffungen für eine Bergäische Fabel erklärt, aber die Möglichkeit der Umschiffung keineswegs leugnet, und daß er behauptet, es sei östlich und westlich des Umschifften nur wenig.“ — „Ein Gegenstück zu dem Pferdekopf des Schiffes von Gadeira, welchen Eudoxus in Aegypten auf einem Marktplatze gezeigt haben soll, sind die Trümmer eines Schiffes aus dem Rothen Meere, das nach der Erzählung eines sehr glaubwürdigen arabischen Geschichtschreibers (*Masudi* in dem Morudj-al-dzeheb, *Quatremère* p. 389 u. *Reinaud*, Relation des voyages dans l'Inde. 1845. T. 1. p. XVI u. T. 2. p. 46) an die Küste von Kreta durch westliche Strömungen gelangt ist.“

Stelle an der Landesgrenze gesucht werden muß[1]). Einige nehmen zugleich an, daß die Landenge dazumal lange nicht die Breite wie heutzutage besessen[2]), daß zur Zeit des Auszuges der Juden aus Aegypten unter Moses Führung (nach *Lepsius* ungefähr 1300 v. Chr.) die Fluth des Arabischen Golfes noch den Fuß des Serapeums (58 klm. NNO von Suez) bespült, 800 Jahre später sich aber das Nordufer des Rothen Meeres durch stetige Bodenhebung des Isthmus etwa 46 klm. südwärts, bis Schaluf, 12 klm. vom gegenwärtigen Hafen von Suez, zurückgezogen habe. Der Canal des Seti, welcher hauptsächlich der Bewässerung Gosens gedient, möglicherweise sich aber auch vom Timsahsee bis nach Pelusium erstreckt hat, war zu Grunde gegangen, und so legte Necho eine neue Wasserstraße an, welche etwas oberhalb Bubastis, bei dem heutigen Zagazick, ihre Speisung von dem Pelusischen Nilarme aus empfing und an dem alten Patumos vorbei in dem Arabischen Meerbusen mündete. Necho, durch einen Orakelspruch geschreckt, ließ den Canalbau unvollendet; erst der Achämenide Darius Hystaspis (521—486) stellte denselben fertig. Wieder in Verfall gerathen, ward endlich dieser Canal von Ptolemäus II. Philadelphus (286—247) so vollkommen herge-

---

[1]) Vgl. *H. Brugsch*, Geogr. Bd. 1. S. 263. Abbildung mit erläuterndem Text auch bei *Schleiden* (a. a. O., Taf. 6 u. S. 58—59), dessen Einwände (S. 67) schon dadurch entkräftet werden, daß ein Wasserbecken wie das der Bitterseen durch einen unbedeutenden Zufluß (denn nur um einen solchen kann es sich bei allen dortigen Canalanlagen handeln) seitens des Nils nicht zu entsalzen ist. *Strabo*'s herangezogene Notiz muß, wie *Linant* (S. 178—181) und *Naville* sehr richtig bemerken, ganz anders gedeutet werden, doch wird das Terrain des Timsahsees, welcher wenigstens in seinem nordwestlichen Abschnitte nach *Linant*'s (S. 115 u. 116) wie nach *K. Möbius*' Angabe (Beitr. zur Meeresfauna der Insel Mauritius u. der Seychellen. Berlin. 1880. S. 4) vor seiner Verbindung mit dem Mittelländischen Meer und mit den südlicher liegenden Bitterseen (im Jahre 1866) ständig süßes Wasser enthielt, noch den Lacus amari *Strabo*'s zugezählt werden müssen.

[2]) Vgl. übrigens das im Anhange bei *Linant* (über Arsinoë) Gesagte.

stellt, daß er — wenn auch, trotz seiner künstlichen Schleusen-einrichtung, nicht zu jeder Zeit schiffbar — nahe bis zu der Römerherrschaft, also über zwei und ein halbes Jahrhundert, den äthiopischen, arabischen und indischen Handel belebte. Unter den Ptolemäern, zu welcher Zeit der Boden des Isthmus noch 3 mtr. tiefer als gegenwärtig (im Vergleich zum Niveau des Rothen Meeres) gelegen haben soll, hatte die Canalanlage eine derartige Erweiterung erfahren, daß es möglich war, von der Nilstadt Phakusa, dem jetzigen Fakus, aus durch die mit einander verbundenen Ballah- und Menzalehseen bis Pelusium, und von dem Ballahsee durch die Bitterseen und den sog. „Fluß des Ptolemäus“ bis Arsinoë zu gelangen. Die kostspielige Unterhaltung und der geringe Verkehrsnutzen des Canals scheinen später den Verfall herbeigeführt zu haben; denn von den Schiffen, auf welchen Kleopatra sich und ihre Schätze vor dem Antonius nach der Schlacht von Actium (31 v. Chr.) in's Rothe Meer zu flüchten versuchte, blieben einige im Canale stecken (anderen gelang allerdings die Durchfahrt)[1]), und fünf Jahre später (24 v. Chr.) vermochte Aelius Gallus für seine arabische Expedition nur noch Bauholz, aber keine Schiffe mehr hindurchzubringen[2]).

Eine wohl dem alten Canalbette theilweise folgende Wasser-

---

[1]) Nach *Plutarch*, Marcus Antonius Cap. 70. Wir folgen der richtigen Wiedergabe *Stephan*'s (a. a. O., S. 430), von der *Schleiden*'s (a. a. O., S. 75) wie *Linant*'s (a. a. O., S. 190) Darstellungen in einigen Puncten abweichen. *Linant*, der aber wie alle neueren Schriftsteller die vortrefflichen Erörterungen *Letronne*'s (vergl. die Nachträge) übersah, hob nochmals mit Recht hervor, daß die Stelle bei *Plutarch* die so allgemein gezogene Schlußfolgerung nicht unbedingt gestattet; denn 1. waren die Schiffe der Kleopatra möglicherweise zu groß oder zu schwer für den Canal, u. 2. könnte der im alten Zustande noch erhalten gewesene Canal nur indirect, indem sich der Boden während der vergangenen drei Jahrhunderte stellenweise gehoben hatte, schwerer resp. unpassirbar geworden sein.

[2]) Vergl. *H. Kiepert*, Lehrbuch d. alten Geographie. Berlin. 1878. S. 200.

straße, welche aber schon in der Umgebung von Cairo begann, bei Suez endigte und deren westliche Hälfte den Namen „Amnis Trajanus“ führte, sowie die Sage von einem Hadrianscanal lassen schließen, daß der Pharaonencanal auch während der römischen Kaiserzeit nochmals restaurirt worden ist; zugleich historisch nachgewiesen ist indessen, daß während der römischen Kaiserherrschaft die für Italien bestimmten Waaren vom Rothen Meere aus nicht über Suez, sondern über Berenice, welches in der Nähe des Wendekreises lag[1]), und häufiger noch über Leukos Limen (dem heutigen Kosseïr) oder über Myos Hormos in der Breite von Siut (Lykopolis) nach Koptos (nahe dem jetzigen Kene) zum Nil und von da auf Booten nach Alexandrien gelangten. Erst als 640 n. Chr. Amrû ibn el As, der Feldherr des Chalifen Omar, Aegypten erobert hatte, und dieses so unter arabische Botmäßigkeit gekommen war, belebte sich von Neuem das Interesse für eine Wasserstraße zwischen Nil und Rothem Meere[2]). So wurde unter Amrû der alte Canal nochmals hergestellt und zu Getreidetransporten von Fostât (d. i. Alt-Cairo) über Kolzum (d. i. Suez) nach Jambo, dem Hafen für Mecka und Medina, benutzt. Später wurde der Canal unter dem mißtrauischen

[1]) Häufig liest man: Berenice habe nördlich vom Wendekreis gelegen; die besten Kenner der altägyptischen Geographie stellen es aber mit *d'Anville*, *G. Visc. Valentia* und *Guillain* südlich davon. *Kiepert* (a. a. O., S. 208) bemerkt, daß Berenice den Beinamen „ἐπὶ θειρῆς“ (d. h. „auf der Landzunge“) geführt habe, und verlegt es sogar in die Nähe der Meerenge von Bab el Mandeb. Sicher ist, daß Berenice südlicher lag als Ptolemaïs, zubenannt „θηρῶν“, d. h. „der (Elephanten-) Jagden“; dieses lag aber zwischen Suakim und Massaua, benachbart einem Vorgebirge, welches *Droysen* Râs Turhoba, andere Râs el Debîr nennen.

[2]) *Letronne* (L'isthme de Suêz. Revue des deux mondes. Livr. du 15. juill. 1841. p. 14), welcher Heroopolis in die Nähe des heutigen Suez verlegt, ist der einzige, welcher unter der Bezeichnung «Trajanscanal» den ganzen Verbindungsweg vom alten Babylon bis zum Meere versteht; sämmtliche übrigen Gelehrten lassen diese Bezeichnung nur für die westliche Hälfte des Canals etwa bis zum Râs el Wady gelten.

Chalifen Abu Jafar el Mansur (762 resp. 767) zugeschüttet, um dem Heere des Rebellen Mohammed ibn Abu Talib in Medina die Zufuhr abzuschneiden. Jedenfalls konnte der Canal seit dem letzten Viertel des 8. Jahrhunderts nicht mehr benutzt werden. Der Chalig oder Stadtcanal von Cairo (auch Chalig el hakêmy, Ch. el lulua, Ch. el morakam etc., und Omar zu Ehren auch «Canal des Fürsten der Gläubigen» genannt) stellt noch einen Theil des sog. Amnis Trajanus wie dieses Amrûcanales dar. Ein anderes 4 Kilometer langes Stück in der Nähe von Schaluf zog *v. Lesseps* in die heutige Süßwassercanalanlage hinein.

Die neuen Canalanlagen auf dem Suezisthmus.

Dank dem umsichtigen, klugen und energischen Vorgehen *Ferdinand von Lesseps*' ist jetzt die Verbindung des Rothen und Mittelländischen Meeres eine doppelte geworden. Es ist oftmals beschrieben und genugsam bekannt, wie groß die Schwierigkeiten waren, welche es dabei zu überwinden galt. Wie zuerst die Bedenken gegen die Ausführbarkeit eines solchen Unternehmens, zu welchen *Lepère*'s übereiltes Nivellement[1]), weit mehr aber

[1]) Den Niveauverhältnissen zwischen dem Mittelländischen, dem Rothen Meere und dem Boden des Delta hat *Schleiden* (a. a. O., S. 60—66) einen eigenen Paragraphen gewidmet, und es ist dieses die gediegenste zusammenfassende Darstellung geblieben, welche wir über diesen Gegenstand besitzen. Mit großer Ausführlichkeit finden wir denselben auch von *v. Lesseps*, nur sehr kurz aber von *Linant* (a. a. O., S. 134 u. 135) behandelt. Nach den Ergebnissen der zahlreichen Nivellements, welche der Anlage des maritimen Canals in den 40er und 50er Jahren vorausgingen, ist jetzt nicht mehr daran zu zweifeln, daß sich die Niveauverhältnisse der beiden Meere, auf gleiche Fluthzeiten reducirt, wie folgt verhalten: Setzt man den Stand des Mittelmeeres zur Zeit der Ebbe = 0,00 m, so beträgt der des Rothen Meeres bei mittlerer Ebbe + 0,15 m und sinkt in Ausnahmsfällen auf — 0,74 m. Aber die Fluthen erreichen im Mittelmeere nur eine Höhe von + 0,38 m, während sie bei Suez im Mittel auf + 1,79 m und im Maximum, was allerdings selten eintritt, auf 2,42 m steigen. So nach *Linant* (S. 184 u. 185), während sich nach der älteren, von *Schleiden* den *v. Lesseps*'schen Documenten entlehnten Tabelle, wo die Oberfläche des Hafendammes von Suez an der Treppe als Nullpunct genommen ist, die Unterschiede des Wasserstandes in beiden Meeren folgendermaßen gestalten:

noch die Einwände des 1859 verstorbenen jüngeren *Stephenson*[1]) den Anlaß gegeben, beseitigt werden mußten, wie dann der Widerstand, welchen England unter dem Ministerium Palmerston der Ausführung des Projectes entgegensetzte, gebrochen wurde und schließlich die nothwendigsten Gelder beschafft werden konnten; wie am 25. April 1858 der erste Spatenstich erfolgte, am 29. December 1863 in Suez zum ersten Male die Schleuse geöffnet wurde, durch die der Nil sein Wasser in's Rothe Meer ergoß und sich die Wüstenbewohner aus weiter Ferne zu einem ergreifenden Frieden- und Freudenfeste hier vereinigten, um mit ihren Kamelen in dem heiligen Wasser zu schwelgen; wie Mitte März 1869 im Dabeisein des damaligen Khedive das Wasser des Mittelmeeres in das große Bassin der Bitterseen eintrat, bald darauf auch das Rothe Meer Zugang erhielt, und die Wasser beider Meere sich schäumend nun verbanden, um fernerhin gemeinsam die Schiffe des Weltverkehrs zu tragen; wie schließlich unter glänzender Vertretung der Westmächte und mit orientalischem Pompe am 16. November 1869 der maritime Canal eröffnet wurde. Es liegt außerhalb des Rahmens unserer Darstellung, auf diese Ereignisse näher einzugehen; meine Aufgabe sehe ich nur darin, auf die Verhältnisse zurückzugreifen, welche bei Anlegung des Canales auf die Wanderung der Thiere und Pflanzen aus dem einen Meere in das andere nicht ohne Einfluß bleiben konnten. Bezüglich der zweiten, jetzt vorhandenen Verbindungs-

	Rothes Meer.	Mittelländisches Meer.
Äquinoctialfluth	0, m 00 bei Südwind	— 1, m 76 bei Nordwind
Mittlere Fluth	— 0, m 95	
Mittleres Niveau	— 1, m 64	— 2, m 32
Mittlere Ebbe	— 2, m 15	
Äquinoctialebbe	— 3, m 24 bei Nordwind	— 2, m 86 bei Südwind.

[1]) Näheres bei *H. Stephan*, a. a. O., S. 443.

straße zwischen dem Rothen und Mittelländischen Meere, des Süßwassercanales, sei deshalb auch nur Folgendes erwähnt: Vom Moezcanal, den der Gründer von Cairo im 10. Jahrhundert erbauen ließ, zweigt sich oberhalb Zagazick der berühmte Canal von Arsinoë ab, nördlich von dessen altem Bett der moderne El Wady-Canal fließt. Dieser durchschneidet in der gut angebauten Gegend östlich von Zagazick die beiden Canäle: El Achdar und El Meschrafeh, die ihm ein bedeutendes Wasserquantum zuführen, und tritt dann beim Dorfe Abu Hammâd, wo ihn eine Zugbrücke überspannt, in das Wady Tûmîlât oder El Wady. Fast 70 Jahre sind verflossen, daß Mohammed Ali „das Thal“ unter Cultur brachte, indem er den alten Canal wiederherstellte, nicht weniger als 800 Sakias zur Bewässerung bauen ließ und den Maulbeerbaum und die Seidenzucht aus Syrien einführte. Das Thal erhob sich zu erfreulicher Blüthe, führte Weizen, Reis, Seide in beträchtlicher Menge aus, hatte eine christliche Colonie von ca. 1000 Seelen, verfiel aber später durch schlechte Regierung und erblühte auf's Neue unter der Verwaltung der Suezcanalcompagnie. Etwa 3 Stunden östlich von Tell el Kebîr kommt man zum Râs el Wady, dem Kopf oder Ende des Thales. Dort hörte der von Mohammed Ali angelegte Canal auf, nur bei hohem Nilstand drang das Wasser noch in dem alten Canale von Arsinoë weiter bis zu dem Weiler Gassasîn und von da zur Niederung bei El Mahsame, wo es einen kleinen See bildete. Vom Râs el Wady hat die Compagnie den Canal weiter bis zum Timsahsee geführt und zwar etwas nördlich von dem Bette des alten Ptolemäischen, dessen hohe Uferbänke sich als augenfällige Gegenstände aus der umgebenden Wüstenebene erheben[1]). Der moderne Süßwassercanal verläuft bei einem natürlichen Gefälle von 1 mm. auf 1 m. frei bis in die Nähe von Ismailia und ist von dort,

[1]) Der Süßwassercanal vom Nil nach Suez. *Petermann*'s Geographische Mittheilungen. 1864. S. 220–222.

als von einer künstlichen Wasserscheide aus, in zwei eisernen, im westlichen Deiche des maritimen Canals gelagerten Röhren nördlich bis Port Said, nach Süden als breites offen zu Tage liegendes Flußbett bis Suez geführt; ständig gelangt durch ihn ein Theil des Nilwassers sowohl westlich von Ismailia in den Timsahsee wie östlich von dieser Stadt, gegenüber der vicekönigliehen Villa, und beim Serapeum auch direct in das Wasser des maritimen Canales. In den siebenziger Jahren, als zugleich Cairo durch den im April 1877 eröffneten Canal Ismailieh zu einer bessern Wasserverbindung mit dem Timsahsee, dem Binnenhafen des maritimen Suezcanals gelangte, erfuhr die Strecke des Süßwassercanals zwischen Zagazick und Ismailia noch eine bedeutende Erweiterung des Flußbettes, bei hohem Wasserstande von 7 auf 26 mtr.[1])

Einreihung der sog. Bitterseen in die moderne maritime Canalanlage.

Eine hervorragende Wichtigkeit für uns besitzt die 1869 vorgenommene künstliche Bewässerung und die Einreihung der sog. Bitterseen in die maritime Canalanlage[2]). Hierüber liegen zuverlässige Mittheilungen von *H. Bader*, *F. v. Lesseps*, *H. Stephan*, *Th. Fuchs* und von vielen Anderen vor, denen ich Folgendes entnehme:

Ungefähr 5 klm. südlich vom Serapeum gelangt man in das Gebiet der Bitterseen, jener großen oft besprochenen Depression

---

[1]) Eröffnung des Süßwassercanals Ismaïlieh. Ebenda. Bd. 23. 1877. S. 191 u. 231.

[2]) Weitere Literatur über die sog. Bitterseen der Suezlandenge:

H. Bader, Verhandl. d. k. k. geolog. Reichsanstalt zu Wien. Jahrgang 1869. S. 287—289.

Ferd. de Lesseps, Sur les lacs amers de l'isthme de Suêz. Ann. de chim. et de physique. Sér. 5. T. 3. 1874. p. 129—140.

Th. Fuchs, Die geolog. Beschaffenheit der Landenge von Suez. Denkschriften d. k. Acad. d. Wiss. zu Wien. Math.-naturw. Classe. Bd. 38. Abth. 2. 1878. S. 25—42.

C. Schmidt, Bull. de l'acad. imp. d. scienc. de St. Pétersbourg. Bd. 24. 1878. S. 227—235 u. S. 247—258.

des Isthmus, welche gegenwärtig nur durch ganz flache Landstrecken von dem Rothen Meere getrennt und deren Wasserspiegel 6 m. unter dem des Süßwassercanals beim Serapeum gelegen ist. Bis zum Verfalle des Ptolemäercanals, d. h. bis vor 1100 Jahren enthielt dieselbe Brackwasser, erst nach dieser Zeit, nach der Zerstörung und Trockenlegung des alten Canals, als das Seebecken nur noch durch die zeitweisen Ueberfluthungen des Meeres periodisch gefüllt wurde, begann die Bildung einer mächtigen Salzbank, welche vor dem jüngsten Durchstiche der Landenge bis auf einige unbedeutende Wasserlachen den ganzen Boden des ehemaligen Seebeckens bedeckte. Da vor der Anlegung des heutigen Canals das Bassin der Bitterseen demnach stets trocken gelegen hat und auch von den höchsten Fluthen des Rothen Meeres nicht mehr erreicht wurde, so setzt dies wieder eine kleine Hebung der Meeresküste in allerjüngster Zeit voraus, für welche auch von anderen Puncten zahlreiche Beispiele beigebracht werden.

Jene Salzbank, welche sich auf dem Boden in der Mitte des großen Bitterseebeckens gebildet hatte, bestand aus verschieden dicken Lagern, welche fast parallel zu einander standen, und welche von dünnen Erdschichten wie krystallinischen Gypsplatten durchsetzt wurden. Die Füllung des Bitterseebassins, welche nicht wie beim Timsahsee ausschließlich vom Mittelmeere, sondern nur anfangs von diesem allein, später, auf einem Umwege zwar, durch ein doppelt so großes Schleusenthor auch vom Rothen Meere aus erfolgte, nahm 7 Monate (vom 18. März—24 October 1869) in Anspruch, und binnen 5 Jahre erneuter Wasserbedeckung (bis 1874) wurde von der Salzbank höchstens nur $^1/_{10}$ wieder aufgelöst. Um die Bildung dieses mächtigen Salzlagers zu erklären, muß man zu der Annahme greifen, daß die Bitterseen von Zeit zu Zeit Meerwasserzufluß von Suez, dem alten Arsinoë her erhielten; denn würde das Brackwasser den gegenwärtigen Salzgehalt des Ismailbassins bei Port Said besessen haben, so hätte

die Verdunstung der $2^1/_2$ Milliarden cbm. damaliger Wassermenge nur eine Salzbank von $62^1/_2$ und nicht von 970 Milliarden kgr., welche ihr thatsächliches Gewicht ist, liefern können.

Die Oberfläche der Salzbank beziffert sich auf 66 Millionen □m., ihre mittlere Dichtigkeit auf 1.5; wird die Dicke zu 10 cm. angenommen, so entspricht dieser Salzrückstand der Verdunstung von 200 Millionen cbm. Wasser à 45 kgr. Salz im cbm., ungefähr dem jetzigen Salzgehalte des Rothen Meeres. Diese 200 Millionen cbm. Wasser verdunsten von der Bitterseefläche in einem Jahre; sie bilden $^1/_{10}$ ihres Rauminhalts. Zur Zeit der höchsten Aequinoctialfluth müssen sich die Bitterseebecken durch Ueberspülen der Fluthwelle über den Dünenwall bei Schaluf wieder mit Meerwasser gefüllt haben, dessen jedesmalige Verdunstung eine neue Salzkruste entstehen ließ. Während das, noch von der früheren Ueberschwemmung vorhandene Wasser sich mehr und mehr zu einem Salzbrei concentrirte, konnte ein neuer Wasserzutritt die Soole wieder verdünnen, und so sind die stellenweise 25 cm. dicken Schichten entstanden zu denken. Das Gesammtgewicht der Salzbank beläuft sich auf etwa 970 Milliarden kgr., und es würde zu ihrer Bildung die Verdunstung von 21 Milliarden cbm. heutigen Rothen Meerwassers genügt haben. Hundert Ueberfluthungen vermochten sehr wohl ein solches Wasser- und Salzquantum in das Bassin der Bitterseen hineinzuschaffen[1]).

[1]) Hier noch einige Berechnungen aus *v. Lesseps'* Abhandlung, welche für die obigen Werthannahmen nicht zu entbehren sind.

Die Länge des großen Bitterseebeckens beträgt 20 km., dessen Breite 8 km.
„ „ „ kleinen „ „ „ 15 „ „ „ 3.5 „
Der Flächenraum beider 196 122 253 □m.
„ Cubikinhalt „ 1446 347 200 cbm. (incl. Salzbank, deren Volum = 1 090 648 000 cbm.).
Länge der Salzbank = 13 000 m.
Mittlere Breite der Salzbank = 5 120 m.

Größte Dicke „ „ = 13 m. 20
Mittlere „ „ „ = 9 „ 68

Nach Sondirungen, welche von 500 zu 500 m. längs dem sie durchschneidenden maritimen Canale ausgeführt wurden.

Eine ausreichende Anzahl von Analysen[1]), von welchen sich zwar mehrere durch eine recht fragmentare Untersuchung oder

Die Zusammensetzung der Suezcanalwässer verglichen mit der des Wassers aus dem Rothen Meere.

Gesammtvolum der Salzbank = 644 300 800 cbm.
Gesammtgewicht „ „ (à 1.51 spec. Gew.) = 972 894 208 000 kgr.
Tägliche Wasserverdunstung von der Seefläche 4.5 mm. (im Juli).

Fluthwelle	*Minim.* m.	*Maxim.* m.	*Diff.* m.
Port Said	17.66	18.18	1.14
Timsah-See	18.08	18.51	0.43
Bitterseen	17.99	18.43	0.44
Suez	16.76	20.00	3.24.

[1]) Literaturnachweise bezüglich der hier in Frage kommenden Wasseranalysen:

C. Schmidt (Dorpat), Hydrologische Untersuchungen. Bull. de l'acad. imp. d. scienc. de St.-Pétersbourg. Bd. 24. 1878. S. 227—235 u. S. 247—258.

Robinet u. *J. Lefort,* Analyse de l'eau de la mer rouge. Compt. rend. T. 62. 1866. p. 436—438.

Léon Durand-Claye, Essai des 21 échantillons d'eau salée du canal maritime de Suêz. Ann. de chim. et de phys. Sér. 5. T. 3. 1874. p. 129—140.

Ferner: *J. Roth*, Allg. und chemische Geologie. Bd. 1. Berlin. 1879. S. 484 u. S. 529—530.

Um vollständig zu sein, gebe ich nachstehend auch die Ergebnisse einer von Dr. *Karl Müller* in Halle (*Petermann*'s Geograph. Mitth. Bd. 18. 1872. S. 191) publicirten Analyse, welche Herr Dr. *Hornemann* an einem Wasser aus dem Bittersee im Suezcanal ausführte, von dem indessen nur des Näheren bemerkt wird, daß dasselbe von dem Botaniker *Gustav Wallis* „bei seiner Rückkehr von den Philippinen nach Europa über Suez" mitgebracht ist.

	1 Liter Wasser enthält	100 gr. des Verdampfungsrückstandes enthalten nach Berechnung von *J. Roth*
Chlornatrium NaCl	45.08	80.05
Chlormagnesium $MgCl_2$	5.64	10.02
Magnesiumsulfat $MgSO_4$	2.94	5.22
Calciumsulfat $CaSO_4$	2.65	4.71
	56.31	100

Spec. Gewicht = 1.047

Von Brom enthielt das Wasser nur Spuren, die als Chlornatrium mit in Rechnung gezogen sind. Kalisalze sollen gänzlich gefehlt haben (?)!

durch eine ungenaue Angabe der Schöpfstelle auszeichnen, gestatten uns ein Urtheil darüber abzugeben, in welchem Grade sich das Wasser des Rothen Meeres von der Bab el Mandebstraße bis zum Nordwinkel dieses langgestreckten Verdunstungsbeckens allmälig verändert, und wie sich das Wasser in den verschiedenen Abschnitten des Suezcanales, theils durch den Zufluß des Nil, theils aber durch die immer mehr in Lösung gegangenen Salzbänke der Bitterseen in seiner Zusammensetzung von der des Rothen und des Mittelländischen Meerwassers entfernt hat.

C. Schmidt's Analysen von Wässern aus dem Rothen Meere und dem Suezcanale.

	1 Liter Wasser enthält			Auf 100 gr. Chlor kommen		
	I.	II.	III.			
	? zwischen Bab el Mandeb u. d. Mitte des Roth. M. Oct. 1875.	Rothes Meer; 22.1° n. Br. 37.7° östl. L. v. Greenw. 28. Oct. 1875.	Suezcanal bei Ismailia. 30° 35′ n. Br. u. 32° 20′ ö. L. v. Grw. 31. Oct. 1875.	I.	II.	III.
Chlor Cl	21.6487	22.1075	28.3677	100	100	100
Brom Br	0.0517	0.0528	0.0678	0.239	0.239	0.239
Schwefelsäure SO_3 .	2.5453	2.5344	3.2621	11.757	11.464	11,499
Phosphorsäure P_2O_5 .	0.0019	0.0018	0.0021	0.009	0.008	0.007
Kohlens. d. Bicarbon. C_2O_4	0.0121	0.0097	0.0082	0.056	0.044	0.029
Kieselsäure SiO_2 . .	0.0044	0.0032	0.0027	0.020	0.015	0.010
O äq. d. SO_3, P_2O_5, C_2O_4	0.5103	0.5088	0.6446	2.357	1.849	2.272
Rubidium Rb. . . .	0.0120	0.0136	0.0187	0.055	0.061	0.066
Kalium K	0.3675	0.3866	0.3269	1.698	1.749	1.152
Natrium Na	11.9053	12.2495	15.9287	54.994	55.410	56.151
Calcium Ca	0.3980	0.3504	0.5354	1.838	1.585	1.887
Magnesium Mg . . .	1.5489	1.5438	1.8591	7.155	6.983	6.553
Eisen Fe	0.0019	0.0019	0.0024	0.009	0.009	0.008
Summe der Mineralsalze	39.0080	39.7640	51.0264			
Spec. Gewicht . . .	1.029525	1.030208	1.038983			

Gruppirung der Elemente in 1 Liter Wasser.

	I.	II.	III.
Chlornatrium NaCl	30.2205	31.0944	40.4336
Chlorkalium KCl	0.7005	0.7369	0.6231
Chlorrubidium RbCl	0.0170	0.0192	0.0265
Calciumsulfat $CaSO_4$	1.3372	1.1791	1.8593
Magnesiumsulfat $MgSO_4$	2.6380	2.7612	3.2231
Chlormagnesium $MgCl_2$	4.0090	3.8904	4.7632
Brommagnesium $MgBr_2$	0.0595	0.0607	0.0779
Calciumphosphat CaP_2O_6	0.0026	0.0025	0.0029
Calciumbicarbonat CaC_2O_5 . . .	0.0140	0.0111	0.0072
Eisenbicarbonat FeC_2O_5	0.0053	0.0053	0.0069
Kieselsäure SiO_2	0.0044	0.0032	0.0027
Mineralsalze	39.0080	39.7640	51.0264
Wasser, freie CO_2, bewegl. Stoffe	960.9920	960.2360	948.9736
	1000	1000	1000

Gemäß obiger von *C. Schmidt* an Wässern, welche Herr Dr. *H. Fritsche* geschöpft hatte, ausgeführten Analysen steigt nach Passage der Bab el Mandebstraße die Concentration des Oceanwassers von 36.714 auf 39.764 p. m. Salzgehalt und dem entsprechend erhöht sich das specifische Gewicht von 1.02778 auf 1.03021. Nach Angaben in den, vom „Board of trade" herausgegebenen „Meteorogical papers" (No. 12) soll hingegen das mittlere specifische Gewicht für das Wasser des Rothen Meeres 1.0286, nördlich vom 20° N. B. 1.0297, südlich davon 1.0272 betragen, und nach *Schlagintweit* schwankt dasselbe zwischen Suez und Aden zwischen 1.0311 und 1.0300, und erhebt sich örtlich im Canal von Suez auf 1.0393. Eine der sorgfältigst angestellten Analysen von Wasser, welches etwas über die Mitte des Arabischen Golfes hinaus, gen Suez zu, 6 Jahre nach Eröffnung des Canales geschöpft war, verdanken wir ebenfalls *C. Schmidt*. Wenn dieser verdienstvolle Analytiker nun aber schreibt, daß seine Analyse und die Untersuchung einer vor dem Durchstiche des Isthmus bei Suez genommenen Wasserprobe von *H. Robinet* und *J. Lefort*

zugleich die Zusammensetzung des Wassers des Arabischen Golfes vor und nach eröffneter Verbindung mit dem Mittelländischen Meere unter einander vergleichen läßt, so traue ich, indem ich das lese, meinen Augen kaum. Suez liegt genau 30° nördl. Br., *Schmidt*'s Analyse wurde aber an einem Wasser ausgeführt, welches unter 22.1° nördl. Br., also ungefähr in der Breite von Djedda aufgefangen war. Ebensowenig wie man 6 Jahre nach Eröffnung des Eidernordseecanals eine dadurch bedingte Veränderung des Meerwassers in der Nähe von Drontheim nachweisen wird, kann sich ein Einfluß des Suezcanalwassers nach 6 Jahren im Meere von Djedda zeigen. Ich führe nachstehend die von *Schmidt* verglichenen Resultate der beiden Analysen auf.

1 Liter Wasser des Rothen Meeres enthält:

Vor Durchstechung des Isthmus *(Robinet* und *J. Lefort*, umgerechnet von *C. Schmidt)* [1]).			6 Jahre nach Eröffnung des Suezcanals *(C. Schmidt)*.	
	bei Suez 30° nördl. Br. 19. Dec. 1864	auf 100 gr. Chlor bezogen	22.1° nördl. Br. 37.7° ö. L. v. Greenw. 28. Oct. 1875	auf 100 gr. Chlor bezogen
Chlor Cl	22.074	100	22.1075	100
Brom Br	0.048	0.217	0.0528	0.239
Schwefelsäure SO_3	2.795	12.662	2.5344	11.464
Sauerstoff äq. d. SO_3	0.559	2.532	0.5088	2.293
Kalium K . . .	1.466	6.641	0.3866	1.749
Natrium Na . .	11.596	52.533	12.2495	55.409
Calcium Ca . . .	0.511	2.315	0.3504	1.585
Magnesium Mg .	1.523	6.900	1.5438	6.983
Summe d. Mineralbestandtheile.	45.38 (gefunden v. *R. u. L.*)	183.800 (berechnet v. *C. Schmidt*).	39.7640	179.867
	Spec. Gew. = 1.0306		= 1.03021	

[1]) Im Originale findet man nur folgende Angaben:

1 Liter des Wassers aus dem Rothen Meere enthält:

Chlornatrium . .	30.30 gr.
Chlorkalium . .	2.88 „
Chlormagnesium	4.04 „

In 100 Th. festen Rückstandes sind enthalten:

Chlor	50.33
Brom	1.11
Natrium	30.92

Schmidt schloß, daß nach dem Durchstiche trotz annähernd gleich gebliebener Concentration der Kaliumgehalt des Wassers um nahezu das Vierfache und der Calciumgehalt um ein Drittel gesunken sei. Mit seiner Vermuthung, daß, da die Differenz jedenfalls zu bedeutend ist, um für einen analytischen Fehler gehalten zu werden, der hohe Kaligehalt der älteren Analyse Localursachen (altem Mauerschutt, kalireichen Abfällen, Aschenrückständen oder dgl.) zugeschrieben werden muß, hatte er sicherlich das Richtige getroffen.

Schließlich verfügen wir noch für den Suezcanal über eine auf Veranlassung des Herrn *Ferd. v. Lesseps* von Herrn *Léon Durand-Claye* im Laboratorium der École des ponts et chaussées ausgeführte Untersuchungsreihe. Die Proben wurden im Laufe des Jahres 1872 auf Wunsch des Herrn *Voisin* Bey, Ingénieur en chef du service de l'entretien du canal maritime de Suêz, an 21 Puncten, längs des ganzen Canals, von Port Said bis Suez geschöpft und am 6. November 1872 von Port Said expedirt.

---

1 Liter des Wassers aus dem Rothen Meere enthält:

Bromnatrium . .	0.06435 gr.
Calciumsulfat . .	1.79 gr.
Magnesiumsulfat	2.74 „
Natriumcarbonat } Chlorammonium }	Spuren
	41.81435 gr.

In 100 Th. festen Rückstandes sind enthalten:

Kalium	3.33
Calcium	1.16
Magnesium	3.54
Schwefelsäure . . .	6.35
	96.74.

Zusammensetzung der Wässer in der maritimen Suezcanalanlage während des Jahres 1872.

Schöpfstelle.	1 Liter wiegt		Verdampfungsrückstand eines Liter in gr.	1 Liter Wasser enthält gr.				Auf 100 gr. Chlor (berechnet von *C. Schmidt*).			
	bei °*C.*	gr.		Chlor.	SO_3.	Mg. (umgerechnet v. *C. Schmidt*).	Na, Ca, O u. a. Stoffe	SO_3.	Mg.	Na, Ca, O u. a. Stoffe.	Summe der Mineralbestandtheile.
I. bei Port Said außerhalb des Schleusenleuchtthurms. Wasser ruhig, Windstille	21.8	1014	26.20	12.90	1.60	1.02	10.68	12.40	7.91	182.79	203.10
II. Mitte des Bassin Ismail; 6 m. Tiefe . . .	21.5	1015	25.10	13.00	1.60	1.32	9.18	12.31	10.16	170.61	193.08
III. beim 60. Kilometer	21.5	1032	51.70	26.00	3.10	1.80	20.80	11.92	6.92	180.01	198.85
IV. beim 76. Km.; 4 m. Tiefe	22.0	1046	71.07	40.20	4.30	2.34	24.23	10.70	5.82	160.27	176.79
V. am Südende des Timsahsees; 4 m. Tiefe .	22.2	1048	67.20	39.00	4.50	2.34	21.36	11.54	6.00	154.77	172.31
VI. am Nordleuchtth. d. Bitterseen; Oberfläche.	22.5	1049	74.20	39.20	4.50	2.52	27.98	11.48	6.43	171.37	189.28
VII. ebenda; 7 m. Tiefe	21.9	1049	74.70	40.00	4.50	2.22	27.98	11.25	5.50	170.00	186.75
VIII. auf der Salzbank; Oberfläche	21.7	1050	72.60	39.50	4.50	2.22	26.38	11.39	5.62	166.79	183.80
IX. ebenda; 4 m. Tiefe	21.1	1050	69.40	39.90	4.50	2.16	22.84	11.28	5.41	157.24	173.93
X. ebenda; 7 m. Tiefe	22.0	1050	67.50	39.90	4.50	2.40	20.70	11.28	6.01	151.88	169.17
XI. ebenda; 7m. Tiefe (an einem andern Puncte, zwischen der Schleuse d. 16. Km. u. d. „Tracé du canal maritime“).	21.5	1059	73.90	40.50	4.50	2.40	26.50	11.11	5.93	165.43	182.47
XII. Bitterseen zwischen d. beid. Leuchtth.; Oberfl.	21.2	1059	69.50	38.80	4.40	2.34	23.96	11.34	6.03	161.75	179.12
XIII. ebenda; 7 m. Tiefe	21.8	1050	72.30	38.50	4.40	2.70	26.70	11.43	7.01	169.35	187.79
XIV. Bitterseen, südl. Leuchtthurm; Oberfläche.	21.3	1046	65.30	36.10	4.30	2.34	22.66	11.91	6.48	162.49	180.88
XV. Bitterseen, südl. Leuchtthurm; 7 m. Tiefe.	21.3	1050	69.70	37.40	4.50	2.04	25.76	12.03	5.46	168.87	186.36
XVI. bei Kabret el Echauch; Oberfläche . . .	21.5	1040	58.50	32.00	3.80	2.04	20.66	11.87	6.38	164.56	182.81
XVII. ebenda; 7 m. Tiefe	22.1	1049	72.00	38.60	4.20	2.04	27.16	10.88	5.29	170.36	186.53
XVIII. beim 133. Km. an der Oberfläche	21.7	1034	47.30	25.90	3.20	1.86	16.24	12.36	7.18	163.09	182.63
XIX. ebenda; 7 m. Tiefe	21.7	1048	69.70	38.60	4.40	2.34	24.36	11.40	6.06	163.11	180.57
XX. bei Schaluf; 4 m. Tiefe	21.5	1043	62.20	35.50	3.80	2.13	20.77	10.70	6.00	164.51	175.21
XXI. Damm von Suez; 4 m. Tiefe	21.4	1031	46.50	22.40	2.70	1.74	19.66	12.05	7.77	187.77	207.59
Mittel:	21.5	1035.98	52.862	29.388	3.379	1.926	18.169	11.499	6.553	161.823	179.875

C. Schmidt hat die Ergebnisse dieser insofern unvollständigen Analysen, als Calcium- und Kaliumbestimmungen unterblieben und deshalb auch die Fragen nach etwaigen Gyps-, Polyhalit-, Syngenit-, Kainit- und Carnallitschichten der Salzbank inmitten der Bitterseen für immer unbeantwortet bleiben müssen, bereits früher beleuchtet. Es zeigt sich, daß das Verhältniß von Chloriden zu Sulfaten bei allen Proben, ja selbst unter Zuziehung der Analyse des am 31. Oct. 1875 von Dr. *Fritsche* am Nordrande des Timsahsees geschöpften Wassers nur innerhalb enger Grenzen schwankt und dem Mittel des Oceanwassers (11.83 SO_3, 6.76 Mg, 162.21 Na,Ca,O etc. bei einer Summe von 180.80 Mineralbestandtheilen) gleichkommt. Räthselhaft ist allein die plötzliche starke Steigerung des absoluten und relativen Mangnesiumgehaltes im Bassin Ismail (Analyse No. 2), da die Zusammensetzung des auf der Rhede von Port Said außerhalb der Schleuse geschöpften, stark mit Nilwasser gemischten Meerwassers (No. 1) im Uebrigen nur unbedeutend von No. 2 abweicht; möglicherweise liegt hier aber ein Druck- oder Schreibfehler vor.

Die neueren Analysen lehren fernerhin, daß die frühere Salzbank der Bitterseen die relative Zusammensetzung des Oceanwassers besessen hat, durch dessen Selbstverdunstung sie entstanden war. Der Bezirk der Bitterseen und das Südende des Timsahsees waren 1872 relativ ärmer an Magnesium als nord- und südwärts gelegene Wasserpartien der Schöpfstationen (No. 3, 18, 16, 20); im Herbste 1875 hatte sich diese Differenz aber bereits ausgeglichen. Ende October 1875 war der relative Schwefelsäuregehalt (à 100 Chlor) des Timsahsees (Nordrand) noch der gleiche wie 1872 (Südrand) und der relative Schwefelsäuregehalt der Stationen 3, 18, 19, 20 nord- und südwärts davon um 9% höher als der des Timsah- und der Bitterseen. Nach *C. Schmidt*'s Analyse war das Wasser des Timsahsees im Herbste 1875 absolut und relativ kaliumärmer als das des Arabischen Golfes, sein Cal-

ciumgehalt dagegen absolut (in 1000 Th. Wasser) höher, jedoch relativ (à 100 gr. Chlor) gleich dem des letzteren.

Unzweifelhaft würde eine Analyse desjenigen Salzblocks vom Boden der Bitterseen vor Eröffnung der Communication dieser Seen mit dem Arabischen Golfe und dem Mittelmeere, welchen Herr *v. Lesseps* in der Sitzung vom 22. Juni 1874 der Pariser Academie vorlegte, einen weit höheren Kaliumgehalt desselben ergeben haben, als der 6 Jahre später noch erhaltene Rest dieser Salzbank aufwies. Nach dieser Zeit waren die leichtlöslichen Kalisalze aus der Salzbank bereits ausgelaugt, das schwerer lösliche Chlornatrium werde, so meinte *C. Schmidt*, nach einigen Jahrzehnten nachfolgen und nur eine dünne Gypsschicht hinterbleiben, die durch stetig fortschreitende Lösung die Wasserschicht in der Tiefe, unmittelbar über der Salzbank, absolut und relativ gypsreicher machen wird als das Wasser des Mittelmeeres und des Arabischen Golfes. Nach Lösung dieses Gypsrestes werde das Gleichgewicht völlig hergestellt und das relative Verhältniß der Salze dem beider Meere identisch sein; der absolute Salzgehalt werde aber, entsprechend einer relativ stärkeren Wasserverdunstung in dem schmalen Canale und der durch Schleusen und Uferreibung sehr verlangsamten Strömung stets höher bleiben als der gegenwärtige des Rothen Meeres, viel höher als der des Mittelmeeres.

Um festgestellt zu sehen, bis zu welchem Puncte die von *C. Schmidt* angekündigten Veränderungen der Canalseewässer in den seither verflossenen zwölf Jahren vorgeschritten sind, habe ich bei meinem Besuche des Suezisthmus im December vorigen resp. zu Anfang dieses Jahres Wasserproben dort geschöpft und dieselben in Gemeinschaft mit Herrn *Rich. Hemala* analysirt. Die durch die immerhin geringen Wasserquantitäten — es standen uns von jeder Probe etwa $^3/_4$ Liter zur Verfügung — bedingte Unsicherheit der Resultate glauben wir durch wiederholte Ausführung der einzelnen Bestimmungen compensirt zu haben.

Zusammensetzung des Wassers in den Seen des Suezcanales während der Jahre 1887/88, verglichen mit der Zusammensetzung zweier, in verschiedenen Breiten des Rothen Meeres annähernd gleichzeitig geschöpfter Wasserproben.

Nr.		1 Liter wiegt		1 Liter hinterläßt Verdampfungsrückstand gr.	1 Liter Wasser enthält gr.						
		bei *C.*° (das destill. Wasser = 21.0)	gr.		Chlor, Cl	Schwefelsäure, SO_3	Magnesium, Mg	Calcium, Ca	Kalium, K	Natrium, Na	Sauerstoffäquiv. d. SO_3
1.	Wasser aus dem Rothen Meere ca. 15 km. südlich v. Djedda an der Oberfläche geschöpft; 14. Febr. 1887.	22.3	1029.09	40.250 40.210 Mittel = 40.230	22.223	2.6266 2.6094 Mittel = 2.6180	1.48108 1.48108	0.3160 0.3200 Mittel = 0.3180	0.485495 0.53204 Mittel = 0.508767	12.2748	0.5236
2.	Wasser aus dem Canale vor Suakim; an der Oberfläche d. 8. Februar 1887.	nicht bestimmt		40.06	22.365	2.40343	1.30162	0.3200	nicht bestimmt		0.480686
3.	Wasser aus dem Großen Bittersee bei Fayed ca. 50 m. vom Ufer entfernt; 28. Dec. 1886.	22.8	1045.40	63.50 63.60 Mittel = 63.55	35.790	4.34334 4.32618 Mittel = 4.33476	2.19460 2.19027 Mittel = 2.192435	0.7120 0.7120	0.56975 0.59383 Mittel = 0.58179	19.3453	0.86695
4.	Wasser aus dem Timsahsee; südwestliches Bassin. 22. Februar 1887.	21.5	1044.262	60.80 60.90 Mittel = 60.85	32.205	4.0652 4.0721 Mittel = 4.06865	2.03240 2.03567 Mittel = 2.034035	0.6960 0.6760 Mittel = 0.6860	0.521605 0.56178 Mittel = 0.541678	18.3569	0.81373

Gruppirung der Elemente in 1000 gr. Wasser.

	Wasser aus dem Rothen Meere ca. 15km. südlich von Djedda.	Wasser aus dem Canale von Suakim.	Wasser aus dem Großen Bittersee bei Fayed.	Wasser aus dem Timsahsee südwestlich von Ismailia.
Chlornatrium, NaCl . . .	31.2206	nicht	49.966	46.6903
Chlorkalium, KCl	0.971875	bestimmt	1.11137	1.03475
Calciumsulfat, $CaSO_4$ . .	1.0812	1.088	2.4208	2.3324
Magnesiumsulfat, $MgSO_4$.	2.9730	2.64516	4.36614	4.04498
Chlormagnesium, $MgCl_2$.	3.50898	3.05817	5.221855	4.849097
Mineralsalze	40.230	40.06	63.532	60.85
Wasser, freie Kohlensäure bew. Substanz	959.570	959.94	936.468	939.15

Auf 100 gr. Chlor enthalten:

	Summe der Mineralbestandtheile.	Schwefelsäure.	Sauerstoffäq.	Kalium.	Natrium.	Calcium.	Magnesium.
Wasser aus dem Rothen Meere ca. 15 km. südlich von Djedda.	181.028	11.7803	2.3556	2.2894	55.2347	1.4309	6.664
Wasser aus dem Canale von Suakim.	179.119	10.7464	2.1492	nicht bestimmt		1.4308	5.820
Wasser aus dem Großen Bittersee bei Fayed.	177.507	12.1087	2.4223	1.6256	54.0523	1.9893	6.126
Wasser aus dem Timsahsee, südwestwärts von Ismailia.	188.945	12.6336	2.5267	1.6819	57.0002	2.130	6.316

Auf 100 gr. Chlornatrium enthalten:

	Chlorkalium.	Calciumsulfat.	Magnesiumsulfat.	Chlormagnesium.	Summe der Mineralbestandtheile.
Wasser aus dem Rothen Meere ca. 15 km. südlich von Djedda.	3.11293	3.4631	9.5226	11.2392	128.8572
Wasser aus dem Großen Bittersee bei Fayed.	2.2590	4.9206	8.8749	16.1427	129.1390
Wasser aus dem Timsahsee, südwestwärts von Ismailia.	2.2162	4.9531	8.6634	10.3857	130.3269

Vergleichen wir unsere Ergebnisse mit denen *C. Schmidt*'s und der übrigen Autoren, so fällt der geringe Wechsel auf, den die Zusammensetzung des Wassers in den beiden Canalseen während der vergangenen 12 resp. 15 Jahre erfahren hat. Für den Großen Bittersee kann dieser Befund weniger überraschend sein als für den Timsahsee, in welchen wenige hundert Schritte von dem sog. Bade bei Ismailia der Nil direct, beim Serapeum indirect Wasser als einen Zweig des Süßwassercanals hineinschickt.

Die von uns erhaltenen Werthe für das Rothe Meer, sowohl aus der Gegend von Djedda wie aus dem Canale von Suakim, stimmen, abgesehen von dem Kaliumgehalte, mit *C. Schmidt*'s Angaben so gut überein, als es sich überhaupt erwarten läßt. Den Kaliumgehalt ermittelten wir an Wasserportionen, aus denen die Schwefelsäure, das Calcium und Magnesium vollkommen beseitigt waren; derselbe ist von uns aus K_2PtCl_6 berechnet, welches, um es durchaus rein zu gewinnen, wiederholt gelöst und niedergeschlagen wurde. Die Manipulationen sind jedenfalls nicht ohne einen, wennschon geringen Verlust an Kalium von Statten gegangen, und ich bin gewiß, daß wir nur weniger Kalium gefunden haben können, als in den Wässern thatsächlich vorhanden gewesen ist. Deshalb sehe ich mich auch veranlaßt anzunehmen, daß *C. Schmidt* mit seinen noch geringeren Ziffern für das Kalium nur noch mehr hinter der Wirklichkeit zurückbleibt als wir. Sowohl im Timsahsee wie im Großen Bittersee übersteigt noch heute der Kaliumgehalt des Wassers den des Rothen Meerwassers in ersichtlichem Maaße. Nach *Schmidt*'s Analyse, die allein einen Vergleich mit den unsrigen gestattet, soll 1872 das Wasser des Timsahsees absolut und relativ kaliumärmer gewesen sein als das des Arabischen Golfes, obschon auch dieser Forscher annimmt, daß der bis dahin in Lösung gegangene Theil des Salzblockes viel kaliumreicher gewesen sei als der dazumal bestehende Rest der Salzbank. Die leichtlöslichen Kaliumsalze sollen nach

C. Schmidt durch das 6 Jahre hindurch frei darüber hingeflossene Wasser des Mittelmeeres und des Arabischen Golfes vorzugsweise ausgelaugt sein. Da nun aber auch nach *Schmidt*'s Auseinandersetzungen der absolute Salzgehalt des Canalwassers, entsprechend einer relativ stärkeren Wasserverdunstung sich zunehmends steigern und „stets höher bleiben muß, als der gegenwärtige des Rothen Meeres, viel höher als der des Mittelmeeres", so ist es unverständlich, wie das Kalium aus dem Timsahsee durch Meerwasser (!) ausgewaschen werden und sein absoluter Kaliumgehalt unter den des Mittelländischen Meeres, von dem aus die Depressionen ja vornehmlich mit Wasser gefüllt wurden, zu irgend einer Zeit sinken konnte. Läßt man nicht Unmöglichkeiten zu, so muß man die Richtigkeit der *Schmidt*'schen Kaliumbestimmung nothwendig in Frage stellen; auch die beiden oben erwähnten Zuflüsse vom Süßwassercanale aus sind unzureichend, die Wasserverdunstung der Seen und der zugehörigen Canalstrecken auszugleichen, und können auch an der Stelle, wo Herr Dr. *H. Fritsche* schöpfte, einen Einfluß kaum noch geltend gemacht haben. — In den letztvergangenen 12 Jahren ist der absolute Magnesiumgehalt des Wassers im Timsahsee erkennbar gestiegen; noch mehr der Calcium- wie Natrium-, und dementsprechend auch der Schwefelsäure- und Chlorgehalt. Das relative Gewicht weist für diese Stoffe einen ähnlichen Zuwachs auf wie das absolute[1]).

---

[1]) Die Zunahme des Salzgehaltes, welche sich für das Wasser der Canalseen seit den Analysen von *L. Durand-Claye* (1872) und *C. Schmidt* (1875) ausgebildet hat, wird als ein getreuer Ausdruck der Wasserverdunstung in der Canalanlage und der dadurch bedingten Strömungen von beiden Meeren her anzusehen sein. Nach den von *Ferd. v. Lesseps* (Étude de plusieurs questions relatives au canal de Suêz. Compt. rend. T. 82. 1876. p. 1137) mitgetheilten Berechnungen verdunsten zur Sommerzeit aus dem Großen Bittersee südlich vom Serapeum täglich nicht weniger als 7 Millionen cbm. Wasser. Diese so beträchtliche Verdunstung, welche auch

Bezüglich unserer Analyse des Wassers aus dem Großen Bitterseebassin bei Fayed erlaubt nur die mit Nr. 14 bezeichnete Analyse des Herrn *L. Durand-Claye* (cf. Tabelle auf S. 20) für einige Substanzen und, da sich die Schöpfstelle genau an dem von Fayed entgegengesetzten Seeufer befand, selbst für diese kaum einen Vergleich zu ziehen. Hiernach scheint jedoch der absolute wie relative Gehalt dieses Wassers an Calcium, Schwefelsäure, Magnesium und Natrium noch annähernd der nämliche zu sein als vor 15 Jahren.

Ueber die geologische Beschaffenheit der Landenge von Suez[1]) haben erst die Arbeiten von *Theodor Fuchs* zu einer vollkommenen Gewißheit geführt. Nach *O. Fraas*, welcher im Winter

---

das Klima der Suezlandenge wesentlich gemäßigt und feuchter gestaltet hat, wird durch eine südwärts gerichtete Strömung aus dem Mittelmeere und durch eine, zwar weniger beständige Nordströmung, welche vom Rothen Meere ausgeht, compensirt. Der Mittelmeerstrom soll eine mittlere Geschwindigkeit von 0.30 m. pro sec. (ca. 1 km. pro Stunde) und die Strömung von Suez her eine solche von 1 m. pro sec. oder 3.6 km. pro Stunde besitzen. Doch sind diese Werthe immerhin als sehr approximative zu betrachten und lassen sich schwerlich für eine theoretische Berechnung der Salzzunahme des Canalwassers verwerthen.

[1]) Benutzte Literatur über die geologischen Veränderungen der Suezlandenge:

O. Fraas, a. a. O.

Laurent, Éssai géologique sur les terrains qui composent l'isthme de Suêz. Paris. 1870.

Arth. Issel, Della fauna malacologica del mar rosso. Estr. dal Bollet. della Soc. Geografica Italiana. Firenze. 1870.

H. A. Pagenstecher, Molluska. *R. Kossmann*'s Zoologische Ergebnisse einer Reise in die Küstengebiete des Rothen Meeres. I. Hälfte. Leipzig. 1877.

Th. Fuchs a. a. O. u. Ueber die geolog. Beschaffenheit der Landenge von Suez und den Amurliman im Nordjapanischen Meere. Verhandl. d. k. k. geolog. Reichsanstalt zu Wien. Jahrg. 1881. S. 178—181.

C. Keller, Die Fauna im Suezcanal u. die Diffusion der mediterranen u. erythräischen Thierwelt. Neue Denkschriften der allg. schweizerischen Gesellsch. f. d. Naturwissenschaften. Bd. 28. Abth. 3. 1883.

1864—1865 die Strecke von Ismailia bis Suez besuchte, sollten die Canalufer bei Schaluf von Miocänschichten gebildet sein, welche nach Norden einfallen und discordant von den jüngeren Sanden des Isthmus überlagert werden. *Fuchs* zeigte, daß die von *Fraas* gefundenen Miocänfossilien nicht von Schaluf selbst, sondern von einer westlich davon am Fuße des Djebel Geneffe gelegenen Localität herstammen, wo sich allerdings eine miocäne Ablagerung mit zahlreichen Austern- und Pectenarten sowie mit wohl erhaltenen Bryozoen und Echiniden vorfindet, welche Ablagerung sich jedoch auf den ersten Blick als etwas von den übrigen Terrainbildungen des Isthmus ganz Verschiedenes darstellt. Die Landenge von Suez ist vielmehr in ihrer ganzen Breite von Port Said bis Suez und in ihrer ganzen, durch die Canalgrabung aufgeschlossenen Mächtigkeit ausschließlich aus jungen, alluvialen und quaternären Ablagerungen zusammengesetzt, und zwar in der Art, daß die Mitte des Isthmus (von kurz oberhalb Seuil El Gisr bis hinab zur halben Länge des Bittersees) von fluviatilen Süßwasserbildungen eingenommen ist[1]), welche nach Süden allmälig in die marinen Ablagerungen des Rothen Meeres, nach Norden aber in diejenigen des Mittelmeeres übergehen[2]). Süßwasserpetrefacten, gefunden auf der Schwelle von Gisr (Abdrücke von Melania tuberculata, kleiner Bithynien und Planorben), in der Nähe von Ramses, etwa 2 Stunden östlich von Ismailia (Bänke von Etherina semilunata; ferner in großer Menge Spatha rubens, Vivipara unicolor, Bithynia bulimoides, Physa contorta etc.) und beim Serapeum (Etherina semilunata, Anodonta rubens, Bithynia buli-

[1]) Nur im See von Ismailia und im Terrain der Bitterseen werden auf dieser Strecke die fluviatilen Schichten von recenten Ablagerungen mit verarmter Fauna des Rothen Meeres überdeckt.

[2]) Schon von *P. Fischer* (Sur la faune conchyliologique marine des baies de Suêz et de l'Akabah. Journ. de Conchyliologie. T. 18. 1870. p. 172) finden wir angegeben: Die recenten Ablagerungen der Bitterseen werden

moides), welche mit noch heute im Nil lebenden Arten übereinstimmen, lassen Capitän *Vassel* wie auch *Fuchs* annehmen, daß zur Diluvialzeit ein stärkerer Nilarm „beiläufig in der Mitte des heutigen Isthmus in das Meer gemündet und durch seine große Masse von Süßwasser die jedenfalls sehr schmale und seichte Meerenge dermaßen ausgefüllt habe, daß durch diese Süßwassermasse eine Scheidewand zwischen den beiden Meeren oder vielmehr zwischen den Faunen der beiden Meere hergestellt wurde, indem dieselben das süße Wasser des Nildelta, welches die Meerenge sperrte, nicht passiren konnten".

Zur Erläuterung dieser zur Quartärzeit Asien und Afrika trennenden Lagunenbildung erinnert *Fuchs* an einen vollständig analogen Fall der Jetztzeit, welchen der sog. Amurgolf oder Amurliman zwischen der Nordspitze der Insel Karafta und der ostasiatischen Küste darbietet und in *Schrenk*'s bekanntem Werke „Reisen und Forschungen im Amurlande" ausführlicher beschrieben ist. In diese das Ochotzkische mit dem Japanischen Meere verbindende Meerenge mündet der Amur ein, dessen Wasserreich-

---

von einer großen Menge abgeriebener Molluskengehäuse gebildet, welche Arten angehören, die zu den häufigsten in der Bai von Suez zählen. Solche sind:

Strombus tricornis *Lam.*
Murex erythraeus *Fischer.*
M. crassispina *Lam.*
Pyrula paradisiaca *Martini.*
Fusus marmoratus *Phil.*
Cerithium erythraeonense *Lam.*
C. Cailliaudi *Potiez* et *Michaud.*
Turbo Chemnitzianus *Reeve.*
Trochus noduliferus *Lam.*
Spondylus aculeatus *Chemn.*
Circe pectinata *L.*
Mactra olorina *Phil.*
Cardium auricula *Forsk.*
Cardium edule *L.* etc.

thum sich dem der Donau vergleichen läßt, und welcher bereits eine solche Menge von Sediment in der Meerenge abgelagert hat, daß dieselbe ihrer ganzen Breite und Länge nach in eine seichte Lagune umgewandelt ist und nirgendwo mehr als 3 Faden Tiefe zeigt. Der Amurliman ist eine große Süßwasserlagune, dessen Wasser theils nach Norden, theils nach Süden hin abfließt und das Meer noch eine ansehnliche Strecke hinaus brackisch macht; er enthält ausschließlich Süßwassermollusken (Melanien, Paludinen, Unionen etc.) und verschließt den im Japanischen Meere ungewöhnlich hoch nach Norden vordringenden Formen den Eintritt in das arctische Faunengebiet des Ochotzkischen Meeres. Eine ähnliche Trennung ist auch für die Tangvegetation des Nordjapanischen und des Ochotzkischen Meeres durch den Amurliman herbeigeführt: an der Westküste von Karafta, welche unter dem Einflusse des Chinesischen Meeres steht, finden sich Florideen und Ulvaceen von den schönsten Farben neben einigen Caulerpen und Spongiarien, während die Ostküste hingegen, unter hochnordischem Einfluß, nur unscheinbare lederförmige Fucaceen und auch an Laminarien noch nicht soviel wie die ganz arctischen Meere hervorbringt.

Ich halte es für angezeigt, zu bemerken, daß nicht nur *Laurent*, sondern auch schon ein Jahr früher (1869) als dieser, *Issel*, der fleißigste Sammler am Rothen Meere, eine im Allgemeinen sehr ähnliche Anschauung über den geologischen Bau des Suezisthmus entwickelt hat als *Fuchs*. Obschon *Issel*'s Forschungen von *Al. Pagenstecher* eingehend und sachgemäß referirt sind, hat weder *Fuchs* in seiner spätern Schrift, noch auch *Keller* davon irgendwelche Notiz genommen. Ich glaube den diesbezüglichen Inhalt des *Issel*'schen Werkes nicht besser wiedergeben zu können, als es *Pagenstecher* gethan, dessen Worte deshalb diesen Abschnitt unserer Betrachtungen abschließen mögen.

„Betreffs der fossilen Conchylien hat *Issel* bemerkt, daß dieselben auf dem Isthmus von Suez, welcher mit nirgends mehr als 18 m. Hebung dieselben jungtertiären und quaternären Bildungen zeigt, welche am Strande von Suez, auf der arabischen Küste des Golfs im Temaha, auf der ägyptischen bei Kosseïr und Massaua, auf den Inseln des Rothen Meeres oft bis 20 m. und bei Kosseïr selbst 2—300 m. hoch liegen, nicht gerade reichlich erscheinen. Dennoch finden sich 105 Arten, mit Vertretung von Gattungen, welche recent weder in der Bucht von Suez noch in der von Akaba gefunden wurden. *I.* meint zwar, sie würden doch heute noch zum größten Theile im Rothen Meere existiren. Die Hebung der Landenge und der anstoßenden Wüsten hält *I.* im Vergleich mit Italien, Sicilien, Sardinien für postpliocän. Die Arten verrathen, daß der Meeresgrund an dieser Stelle wenig tief war.“

„Von den fossilen Conchylien der Landenge erwiesen sich 11 Arten (5 %) mediterraneisch; diese aber wurden sämmtlich nördlich gefunden. Südlich von der Mitte des schmalen Festlandsstreifens fanden sich, soweit vergleichbar, ausschließlich erythräische Formen. Wenn man sich also in die Zeit zurückdenkt, in der das Meer relativ soviel höher stand, daß die am Rothen Meere zuletzt gehobenen Ufer und ebenso die am Mittelmeer ausgedehnt gehobenen pleistocänen Lager noch Meeresgrund waren, so dürfte damit doch nicht die jetzt nur 18 m. hohe Barrière der Landenge verschwunden gedacht werden. Es muß schon in der zunächst vorausgegangenen geologischen Epoche eine vollkommene oder fast vollkommene Sonderung eines heißeren Meeres von einem, vom Norden her sich vorschiebenden hier bestanden haben. Da die Hebungen nördlich und südlich nicht genau gleichzeitig erfolgt zu sein brauchen, ist es auch gar nicht nothwendig anzunehmen, die Breite dieser Landbrücke sei in einem Theile jener Epoche nur genau so groß gewesen als die Distanz zwischen dem

Puncte, an welchem nördlich mediterrane Conchylien sich fossil finden, bis zu demjenigen, an welchem südlich die erythräischen beginnen. Indem sich unter dem Sande von Suez auf der Südhälfte des Isthmus ausgedehnte Lager von Süßwasserconchylien finden, unter welchen Etheria Caillaudi aus einer Gattung, die jetzt, soviel wir wissen, ausschließlich in Afrika, im Nil oberhalb des ersten Kataraktes und im Senegal lebt, ist es sicher, daß sich hier kurz vor dem Anfange der jetzigen Schöpfungsepoche an der Stelle, an welcher es jetzt nur noch kleine süße und bittere Seen gibt, das Bett eines mächtigen Flusses befand, der ein bedeutendes Hinterland entwässerte. Wenn das auch nicht nothwendig ein nur etwas anders verlaufender Nil war, so weisen doch die Etherien darauf hin, daß es nicht ein der nördlichen Hemisphäre, dem dermaligen septentrionalen Continentalgebiete angehöriger Strom war."

„Für eine noch ältere Periode, für die Nummulitzeit, ist von *Bellardi* die Identität für mehr als die Hälfte der ägyptischen Fossile zwischen Siut und Cairo und im Pyramidenbaustein mit denen der das jetzige Mittelmeer nördlich begrenzenden, von dort in es einspringenden oder als Inseln abgelösten Länder festgestellt worden. Das Nummulitmeer erstreckte sich über 100 Längengrade von Andalusien, Biaritz, Mallorca bis mindestens nach Tibet, und in mehreren hundert Meilen Breite. Daß es auch die Landenge von Suez bedeckte, erhellt aus den Nummulitkalkriffen, welche noch aus dem Wüstensande emporragen. Dieses Meer wurde zurückgedrängt und unterdrückt, und wahrscheinlich bestanden danach breite Landverbindungen im Osten der Mittelmeergegend, welche das Eintreten der indisch-afrikanischen Thierwelt in das Gebiet des jetzigen Europas gestatteten und die Meere sonderten. Die späteren Schwankungen aber stellten, wie es scheint, hier eine offene Verbindung nicht wieder her, ob auch die Landenge vom Meere, von diesseits oder jenseits, bedeckt

wurde und, ohne die Stütze der hohen Ketten krystallinischer Gesteine der Sinaihalbinsel und der arabischen Wüste, der schwächste Punct sein mochte. Das Mittelmeer machte seine weitere Geschichte, der Ausdehnung nach Osten, der Verkümmerung tropischer Formen und der Beimischung septentrionaler und atlantischer allein durch."

„Daß der Isthmus von Suez gerade ein Cardinalpunct, oder daß er gar ein solcher für das Geschick der Verbindungen in Hebung und Senkung gewesen sei, anzunehmen, ist gar nicht einmal nothwendig. Man wird dazu leicht verleitet, weil jetzt hier die schmalste Landbrücke ist. Wenn sich heute das afrikanische Festland auch viel breiter zwischen Suakim und der großen Syrte ausdehnt, so sind doch die zwischenliegenden nubischen und libyschen Wüstengebiete stellenweise unter dem Niveau des Meeres und nie mehr als 2—300 m. über demselben, nicht höher, als daß die allerneuesten Hebungen solches deckten. Der Zeitpunct, von dem ab man hier eine Meeresverbindung eingegangen sich denken müßte, liegt nothwendig nicht weiter ab als der für eine von Suez. Nach dem jetzigen Charakter der Meere hätte sich in einem solchen Falle vielleicht die Erinnerung an die Verbindung deutlicher in der Aehnlichkeit der Conchylien von den spanischen und sicilianischen Küsten mit denen von Suakim bis Massaua erhalten können, als in einer solchen zwischen Port Said und Suez. Das findet sich zwar auch nicht bestätigt, wenn man von festen Arteigenschaften ausgehen zu dürfen glaubt. Indem jedoch die Veränderlichkeit von beiden Seiten her mit dem Reichthume des Materiales deutlicher wird, verliert an mehreren Stellen die Scheidung der erythräischen und mediterranen Fauna an Schärfe."

Betrachtungen über erworbene Fähigkeiten und angenommene Lebensgewohnheiten bei verwandten Species der mediterranen und erythräischen Fauna.

Der Hauptzweck, welchen ich mit meiner Reise an das Rothe Meer verband, liegt vorwiegend darin, mir aus eigener Anschauung ein lebendiges Bild davon zu entwerfen, wie in diesem so lange und so vollständig von der mediterranen Fauna getrennt gehaltenen Gebiete sich bei aller Verschiedenheit der Formen die Lebensgewohnheiten und Lebenseigenthümlichkeiten einzelner Gattungen und Ordnungen gestalten; ob dieselben bei Rothen Meer- und Mittelmeerspecies wesentlich andere sind, in der Zeit ihres Separirtseins andere geworden sind.

Es ist eine Thatsache, die meines Wissens noch gar nicht hervorgehoben ist, aber nicht genug betont werden kann, daß trotz aller formellen Abweichungen die typischen, uns sofort in die Augen fallenden Fertigkeiten, Gewohnheiten und Färbungseigenthümlichkeiten bei Rothen Meer- wie bei Mittelmeerformen fast ausnahmslos in gleicher Vollkommenheit ausgebildet sind. Hier wie dort tendirt die Muskulatur der Krebsscheeren zu der so seltsamen unilateralen Hyperplasie und unterliegt nervösen Erregungen, welche gewissermaßen für sie zu energisch sind und sie deshalb zerreißen machen; hier wie dort werfen Holothurien, wenn sie injuriirt werden, ihre Eingeweide aus oder zeigen Andeutungen einer eintretenden Verschleimung ihres derben, lederartigen Hautmantels; hier wie dort mauern sich gewisse Echinidenspecies ein massives Steingefängniß, und am Strande des Rothen wie des Mittelländischen Meeres laufen die Paguriden herum, ihren weichen Hinterleib hier so geschickt wie dort in einem acquirirten Gastropodengehäuse verbergend[1]). Nach

[1]) *C. B. Klunzinger* (Bilder aus Oberägypten, der Wüste und dem Rothen Meere. Stuttgart. 1877. S. 331) belehrt uns, daß ein anderer Einsiedlerkrebs des Rothen Meeres, Clibanarius signatus, über den Kunstgriff, welchen wir bei Coenobita rugosus (cf. meine Vgl.-physiol. Studien. 2. Reihe. 4. Abth. 1887. S. 154 u. 155) kennen lernten, ebenfalls noch nicht verfügt, während nach *Th. Studer* (Verzeichniß der Crustaceen, welche während der Reise S. M. S. Gazelle an der Westküste von Afrika, Ascension

Art der alten Saracenenschlösser der Riviera oder der Felsenstadt Les Baux in den Alpinen verschweißen bei Triest wie Suez Austern und Spondylen ihr steinernes Haus mit dem felsigen Untergrund und werden in der Güte ihrer Leistungen nur noch von den Chamen des Rothen Meeres überboten; hier wie dort nisten sich Teredinen im Holze, Lithodomen im festesten Kalkstein ein. Auch Deckelschnecken sind in dem einen Meere so häufig als in dem andern. — Nach meinen Special-

und dem Cap der guten Hoffnung gesammelt wurden. Aus den Abhandl. d. Königl. Acad. d. Wiss. zu Berlin aus dem Jahre 1882. Berlin 1883. S. 26 u. 27) der von ihm am Cap der guten Hoffnung entdeckte Eupagurus ungulatus das Thor seiner Behausung noch kunstgerechter zu verschließen weiß. Ich sah diesen Paguriden zuerst im Königl. Zoologischen Museum zu Berlin, wo mich Herr Dr. *Hilgendorf* auf denselben aufmerksam machte. Von Herrn Professor Dr. *Th. Studer* erhielt ich dann folgende Auskunft: „Der rechte Scheerenfuß stellt bei Eupagurus ungulatus einen förmlichen Stempel dar, dessen abgeflachte und von einem erhöhten Rand umgebene Außenseite einen genau passenden Deckel bildet, der die Oeffnung der Schneckenschale verschließt. Die Scheerenhand ist dazu in einem rechten Winkel zum Carpus gebogen, was aus anderen Gründen in der Zeichnung (a. a. O., Taf. II, Fig. 13) nicht recht hervorgehoben ist, so daß die Außenfläche des Stempels gerade nach vorn zu liegen kommt. Am merkwürdigsten erscheint mir aber, daß der Umriß des Scheerenfußes eigentlich nicht für die wirkliche Mündung der Schnecke, sondern für den durch die Ueberwucherung einer Kalkbryozoë (Eschara) verschmälerten Eingang in die Höhlung des Schneckengehäuses (eines Fusus) adoptirt ist.“ Diesem fügte der gefeierte Kergnelen-Reisende noch nachstehende Bemerkungen hinzu: „Unter den Tiefseepaguriden scheinen übrigens mehrfach ähnliche Verhältnisse vorzukommen. Von Eupagurus discoidalis *A. Miln. Edw.* aus Westindien (70—200 Faden tief), der in Dentalium seinen Hinterleib steckt, bemerkt *A. Milne Edwards* (Bull. of Mus. Comp. Zool. Vol. 8. No. 1): «Sa pince droite est très-développée et en forme d'opercule de manière à clore plus ou moins exactement l'ouverture du Dentale. Sa main se plie à angle droit sur l'avant bras et ne peut s'étendre complétement.» Bei Pylocheles Agassizii *Miln. Edw.* aus Barbados, der in 200 Faden Tiefe lebt, sind die vorderen Scheerenfüße gleich gestaltet, die Scheerenhand ist verbreitert und bildet einen rechten Winkel mit dem Carpus. Der obere Rand der Scheere ist dadurch nach innen

forschungen bieten die so auffälligen Farbenverschiedenheiten mediterraner und erythräischer Thierformen ebenfalls keine fundamentale Unterscheidungsmerkmale dar; sie sind nicht qualitativer, sondern nur quantitativer Art.

Die aufgeführten wie zahlreiche ähnliche Besonderheiten in den Gewöhnungen, in dem chemischen Bau und den chemischen Metamorphosen der Gewebe müssen deshalb uralte sein oder mit der morphologischen Differenzirung unabänderlich verbunden gedacht werden. Wollen wir wissen, wann die Cephalopoden lernten, für ihre Abwehr das Sepienschwarz zu verwenden, wann die Lithodomen die Fähigkeit erlangten, das derbe Gestein zu zernagen, und die Echiniden sich zum Bau ihrer Felsengräber entschlossen, so müssen wir schon den Geologen fragen.

---

gekehrt und legt sich genau an den entsprechenden der anderen Scheere, sodaß beide mit einander einen Deckel bilden, der die Oeffnung des Gehäuses verschließt. Dieses bestand aus einem festen Sandconglomerat, in dem eine Höhlung dem Krebs zur Aufnahme dient. Bei Xylopagurus rectus *Miln. Edw.* aus Westindien (138—223 Faden), der Löcher in Holz bewohnt, ist die rechte Scheerenhand groß und dient zum Verschließen der Oeffnung des Canales, der gewöhnlich auch nach hinten offen ist. Die Scheerenhand ist gegen den Carpus geknickt und trägt an der Basis einen starken Dorn. Der Abdominalschild deckt hier die zweite hintere Oeffnung des Canals, in dem der Krebs lebt. Es scheinen nach diesen Beispielen, welche sich noch vermehren ließen, Adaptationen an eigenthümliche Verhältnisse und Schutzvorrichtungen gerade bei Tiefseepaguriden in noch auffallenderem Maaße vorzukommen als bei den Seichtwasserbewohnern. Die besseren Schutzvorrichtungen, welche man im Allgemeinen bei Tiefseethieren antrifft, kann ich aber nur dem Umstande zuschreiben, daß dieselben auf relativ weite Strecken sehr regelmäßige Bodenverhältnisse finden, die ihnen ein leichtes Verbergen schwierig machen. Es fehlen die Felsspalten, Steinblöcke, Algenwälder, die Zufluchtsorte bieten wie in der Küstenregion. Daher muß das Thier die Möglichkeit des Schutzes an sich selbst tragen. Ich glaube nun nach Vergleichung vielen Materiales, daß Tiefseethiere ursprünglich Küsten- oder Seichtwasserbewohner waren, welche zu verschiedenen Zeiten nach der Tiefe, dem kälteren Wasser zu gewandert sind, sich dort den neuen Verhältnissen accommodirt haben, und ihre Eigenthümlichkeiten früher oder später erworben sind."

Bereits früher habe ich darauf hingewiesen, wie räthselhaft sich solchen Erfahrungen gegenüber die Fälle ausnehmen, wo nur bei wenigen Species Einer Classe ein ganz charakteristischer Farbstoffkörper (wie z. B. das Bonelleïn bei Bonellia viridis, das Turacin bei den Musophagiden, die Carminsäuren bei Coccus) erscheint, während selbst nächstverwandten Formen diese Productionsfähigkeit durchaus mangelt, oder wo ein für sämmtliche Angehörige ein und desselben Typus specifisches Stoffwechselproduct (wie z. B. das Hämoglobin für die Vertebraten, das Chitin für die Arthopoden) plötzlich an einer entfernten Stelle in der Thierreihe, aber auch dann meist nur bei Vertretern einer kleinen Gruppe wieder auftaucht. Derartiges läßt sich ebenfalls übereinstimmend für die im Rothen wie für die im Mittelmeere zusammenlebenden Arten aus einer Classe constatiren.

Alle diese zwar sehr überraschenden und noch völlig unverstandenen Verhältnisse können uns jedoch nicht blind denjenigen Erscheinungen gegenüber machen, welche lehren, daß die Thiere des Rothen Meeres im Allgemeinen ihre Kräfte besser anzuwenden, ausgiebiger zu benutzen wissen und oft auch weiter auszubilden verstanden haben als die des mittelländischen Gebietes. Die Physiologie der Farbstoffe und der Farben stellt ein unerschöpfliches Füllhorn dar, welchem sich später noch mehr als jetzt eine unermeßliche Zahl von Beispielen für die Richtigkeit dieser Auffassung entnehmen lassen wird. Nur wenige andere, im Chemismus der Organe selbst tief wurzelnde Eigenschaften werden so stark von den äußeren Existenzbedingungen beeinflußt als die Färbungen. Das hängt zum Theil damit zusammen, daß das Nervensystem einen mächtigen Einfluß auf die meisten Pigmentzellen äußert, und daß auch äußere Einwirkungen das Retentionsvermögen der Gewebe für einzelne Pigmente theils erhöhen, theils vermindern.

Wir würden über die Einwirkungen des Lichtes, der Tem-

peratur, der Feuchtigkeit u. dgl. m. auf die Färbungen der Organismen jetzt zweifellos weit besser unterrichtet sein, wenn bei derartigen Allgemeinbetrachtungen lipochromatische, melanotische Pigmente, Uranidine, Floridine, Hämoglobin- und Chlorophyllderivate streng von einander getrennt gehalten, wenn vor allem von den chemischen Färbungen die Structurfarben unterschieden worden wären und sich schon früher ein Blick für die biologisch so fundamentalen Stoffretentionen ausgebildet hätte. Solange wie ohne jedwede Gliederung der Frage nur von einem Einfluß des Lichtes, der Nahrung, der Kälte auf die Färbungen der Thiere geredet wurde, ließ ein Fortschritt in der Aufklärung der Erscheinungen naturgemäß umsonst auf sich warten.

Lassen wir die Structurfarben bei Seite, so kann eine lebhaftere Färbung, eine intensivere Ansammlung von Pigment in oberflächlichen Körpertheilen nur auf vierfache Weise zu Stande kommen: 1. wird ein unter allen Umständen sich im Körper bildender Farbstoff von den Zellen der Epidermis nur energischer als gewöhnlich festgehalten; 2. tritt, ohne daß die vitale Retentionsgröße für den färbenden Bestandtheil diejenige anderer, in weit weniger hervorstechendem Grade durch das betreffende Pigment tingirter Oberflächenbezirke irgendwie übertrifft, nur dadurch eine Steigerung des Farbentones ein, daß entweder Stoffwechselproducte, welche die Wirkung des Pigmentes dämpfen oder auch wohl ganz maskiren, nicht wie sonst gleichzeitig in den Geweben retinirt bleiben, oder daß solche Stoffe, welche gleichsam (wie unter Umständen das Guanin und der kohlensaure Kalk) zur Folie werden und so die Wirkung der Farben indirect erhöhen, in geeignet situirten Zellen festgehalten werden; 3. wird die Bildung des Pigmentes über die Norm hinaus gesteigert, oder es wird 4. die vitale Zersetzung resp. die Ausscheidung gehemmt.

Soweit ich die Verhältnisse vorläufig überschaue, handelt es sich bei der auf chemische Ursachen zurückführbaren Farbenfülle

der Tropenbewohner fast ausschließlich um Retentionsanomalieen ganz allgemein (d. h. bei allen Repräsentanten der zugehörigen Classe) gebildeter Pigmente[1]), weder um eine Begünstigung der Pigmentbildung, noch um eine Verzögerung des Pigmentzerfalles. Nur die sub 1 und 2 von uns aufgestellten Modi bezüglich einer einfachen Pigmentinfiltration kommen hier in Betracht, und um deren Sinn klar hervortreten zu lassen, möchte ich einige Beispiele namhaft gemacht haben, welche mir als eigene Beobachtungen geläufig sind.

Ad 1 wähle ich mich am besten selbst als Object. Nach mehreren anstrengenden Ritten und Fußmärschen, welche ich, um die Fauna und Flora des tropischen Afrika kennen zu lernen,

[1]) Die große Mehrzahl der Hautpigmente bei Wirbelthieren (so besonders die Melanine, die Lipochrome und viele Lipochromoide) erfährt durch das Licht eine Zerstörung, und es ist danach selbstverständlich, daß falls die Pigmentbildung, die epidermoidale Pigmentaufnahme und Pigmentretention bei nordischen und tropischen Formen die gleichen wären, nicht die letzteren, sondern die ersteren am intensivsten gefärbt sein müßten. Wie ich mich in der Société du Gas de Marseille an Goldfischen überzeugte, welche sich im Wasser einer Glasglocke befanden, die nicht nur des Tages, sondern auch in den Abendstunden (und in diesen sowohl von innen wie von außen durch kräftiges electrisches Licht) beleuchtet wurden, entfärbt ein intensives Licht auch bei lebenden Thieren die lipochromatisch tingirten Hautstellen thatsächlich sehr rasch. Aehnliches beobachtete schon *Al. von Humboldt* an den Blättern der Bäume auf den Boulevards von Paris. *Oswald Heer* (Die Käfer der Schweiz. Th. 2. Lief. 1. Neuchatel 1837. S. 1 Anm.) machte dagegen die interessante Beobachtung, daß die Cicindelen und Caraben in den Alpen mit zunehmender Höhe dunkler werden; diese Farbenabweichungen haben jedoch mit dem Verblassen einer melaninartigen Substanz nichts zu thun und sind von *Heer* richtig dahin gedeutet, daß bei den Käfern in den höheren alpinen Regionen die allein lebhafter gefärbte „Kruste der Schleimhaut“ weniger dick aufgetragen ist als bei den Formen in der Ebene, und daß daher auch bei jenen die „zweite dunklere Schicht der Lederhaut“ stärker hervortreten muß. *Heer* soll der Ansicht gewesen sein, daß diese morphologische Hemmungsbildung durch den auf den Alpenhöhen erforderlichen längeren Aufenthalt der Larven an gedeckten Stellen (unter Steinen u. dgl. m.) veranlaßt werde.

in Begleitung meines Interpreten, eines Rumänen, und einiger kastanienbrauner Nubier von Massaua bis an die engen Thäler des abessinischen Hochlandes ausgedehnt hatte, war meine Gesichtsfarbe und die meines europäischen Gefährten in ein recht ähnliches, freilich weit weniger intensives Braun übergegangen, welches unsere massauesische Bedienung zeigte, nur mein blondes Haar verrieth noch sogleich den Europäer. Nach Suez zurückgekehrt, war bei mir das dunkele Colorit nach wenigen Tagen wieder verblaßt, während der Rumäne noch wochenlang in Cairo Allen, die ihn früher gekannt, durch seine bräunliche Gesichtsfarbe auffiel. Das Pigment, welches den Nubiern (aus dem Stamme der Hababde) den ausnehmend schönen kastanienbraunen Teint verleiht, ist ein melaninartiger Farbstoff, der sich bei den Kaukasiern ebenso wie bei ihnen bildet, in den Epidermoidalzellen der weißen Rasse für gewöhnlich nur nicht festgehalten wird. Setzt sich aber ein Kaukasier den gleichen äußeren Lebensbedingungen wie die Hababde aus, so bleibt auch bei ihm das Pigment in den durch die wassergesättigte, heiße Luft normwidrig gedehnten Zellen der Oberhaut liegen und wie sich aus Obigen ergibt, kommt es dann ganz allein auf die individuelle Prädisposition an, wie lange eine so erworbene pigmentbindende Kraft den Zellen erhalten bleibt[1]). Derartige Ver-

[1]) Noch einige weitere Beispiele dieser Art!

Da entsprechend der mehr oder minder exponirten Lage vegetationsloser oder durch üppigen Pflanzenwuchs besser geschützter Terrains die Bewohner des südlichen Frankreichs sehr ungleich von der Sonne bedacht werden, so tritt der directe und indirecte Einfluß der Sonnenwärme auf die Haut- und Irisfärbung an Plätzen dieser Gegend so prägnant wie sonst kaum hervor. In dem gut bewaldeten Vallée de la Sorgues, welches schon *Petrarca* wie seinen Freund, den Cardinal *de Cabassole*, als Lieblingsaufenthalt erquickte, und welches sich bei Vaucluse, der „vallis clausa", öffnet, sieht man unter den Einheimischen fast ausschließlich blaue Augen. In dem breiten Vallée la Volane der Cevennen fällt die absonderlich große Menge gelbbrauner Augen auf, und in Montélimar, noch mehr aber in Aigues

hältnisse[1]) kehren in der Natur vielfach wieder. So würden z. B. hinsichtlich der Harnstoffretention in den Organen des Körpers die

Mortes schreibt man ganz allgemein die tief schwarze Haar- und Augenfarbe der braunen Gesichter der dort herrschenden unerträglichen Hitze zu.

„Ich bin überzeugt", schreibt der vortreffliche englische Missionär *John Mackenzie (Petermann's* Geograph. Mitth. Bd. 18. 1872. S. 192), „daß ein Fremder, vor den man 20 oder 30 blindlings in Schoschong herausgegriffene Bamangwato mit einer gleichen Zahl Batowana d. h. Bamangwato vom Ngami-See brächte, die letzteren an ihrer dunkleren Farbe zu unterscheiden vermöchte. Es scheint somit, daß in Südafrika mit der Verminderung der Hitze und Feuchtigkeit die Hautfarbe heller und das Haar spärlicher wird, bis man zu den hellfarbigen Hottentotten und Buschmännern der Capcolonie kommt, deren zerstreute Büschel wolligen Haares die Vorstellung erwecken, daß, wenn der Proceß nur noch ein wenig weiter gegangen wäre, wir Leute ohne jedes Haar auf dem Scheitel hätten finden müssen."

„Aber das sind nicht die einzigen Unterschiede, die man, wie es scheint, auf physische Ursachen zurückführen kann. Wo Feuchtigkeit ist, tritt eine üppige Vegetation auf und der Boden bekleidet sich mit Bäumen und Sträuchern, die den Bewohnern angenehmen Schatten gewähren. Im Gegensatz dazu findet der Reisende auf einer trockenen Ebene keinen Schutz außer dem Schatten eines großen Steines in dem ermüdenden Lande. Die Eingeborenen baumbewachsener Gegenden haben große volle Augen, Augenlider und Brauen sind gewöhnlich nicht gerunzelt oder zusammengezogen; je dürrer nun das Land, desto kleiner die Augen der Bewohner und desto zusammengezogener, gerunzelter die das Auge umgebenden Theile. So haben die Makoba am Zuga-Fluß meist große milde Augen, fast ebenso die Makalaka; kommt man aber südlich in den trockneren District von Schoschong, so findet man die Augen bei den Bamangwato schon etwas kleiner, in der noch trockneren Gegend von Kuruman haben auch die Batlaping noch kleinere Augen, und gehen wir weiter südwärts in vollkommen baumlose Gegenden, so finden wir unter den Korana, Hottentotten und Buschmännern die kleinsten Augen im Lande."

[1]) Einem wesentlich anderen Vorgange verdanken die blendendweißen Gehäuse der Ovula oviformis *Lam.* und der O. volva *Lam.* ihren reinen Farbenton. Die Ueberladung der gesammten Haut dieser Schnecken mit Melanin sowie die innerste schwarze Lage des Gehäuses selber zeigen, daß es bei diesen Thieren an Hautpigmenten keineswegs gebricht; aber hier ist die Affinität der lebenden Epidermiszellen zu dem melaninartigen Körper eine so gewaltige, daß kein Reservevorrath an Pigment mehr übrig bleibt, welcher dem von den Manteldrüsen secernirten Kalke und Schleimstoffe beigegeben werden könnte.

Selachier ein Gegenstück zu den kastanienbraunen Nubiern, die übrigen Wirbelthiere dagegen, deren Gewebe der entstandene Harnstoff sofort wieder verläßt, ein Seitenstück zu den Kaukasiern bieten. Beiläufig sei auch bemerkt, daß wenn in einem Organismus, in welchem keinem der Gewebe ein Retentionsvermögen für ein bestimmtes Stoffwechselproduct eigen ist, sich, sei es aus welchem Grunde, an irgend einer Stelle ein derartiger retentiver Herd entwickelt, es daselbst nothwendig zu massigeren Stoffablagerungen kommen muß als bei Formen, welche sich aus Organen zusammensetzen, von denen wenigstens einigen ein solches Vermögen schon an sich zukommt. So erklärt es sich, daß die zarte Membran der Nierenglomeruli die gesammte Körpermasse der höheren Wirbelthiere von Harnstoff so vollständig entlastet, und daß die schwärzesten Melanome bei leukodermischen Arten und Varietäten (wie unter den Pferden z. B. die Melanosarkome fast ausschließlich bei Schimmeln) angetroffen werden.

Ad 2 sei meiner Untersuchungen über die Crustaceenpigmente Erwähnung gethan, wenn schon das Erlöschen eines (bei Holothuria Poli sehr entwickelten) Retentionsvermögens der Haut für ein braunes Pigment und die dadurch an Holothurien des Rothen Meeres bedingte Gelbfärbung wohl das packendste Beispiel für diesen Modus liefern möchte.

Die Hautpigmente der Krebse sind mannigfaltiger als die irgendeiner Wirbelthierclasse; aber in dieser Mannigfaltigkeit macht sich doch eine große Einseitigkeit geltend, indem die rothen und gelben Farbstoffe echte Lipochrome, die vergänglichen grünen (z. B. bei Virbius viridis) und blauen sowie die äußerst resistenten blaugrünen und violetten Farbstoffe nur Vorstufen resp. Abkömmlinge derselben sind. Daß auch die so widerstandsfähigen blaugrünen und violetten Färbungen, welche z. B. bei Gonodactylus auftreten, lipochromatischer Natur sind, wird mir dadurch wahrscheinlich, daß nicht nur bei Korallen rhodo-

phanartige Pigmente, sondern in den Schalen mehrerer Conchylien (z. B. bei Mytilus galloprovincialis, Modiola auriculata, Sanguinolaria rugosa) auch dem Cyanokrystallin ähnliche Farbstoffe, vielleicht als Calciumverbindungen, stabilirt werden, und die Hautpigmente der Crustaceen Verwandtschaftsbeziehungen unter einander nicht verkennen lassen.

Die Epidermis unseres Flußkrebses führt in größerer Menge nur drei Pigmente: ein blaues Lipochromogen (Cyanokrystallin), ein gelbes (chlorophanartiges) und ein rothes (rhodophanartiges) Lipochrom; da bei jeder Epidermiszelle das Retentionsvermögen für jedes dieser drei Pigmente nicht gleich stark, vielmehr sehr ungleich entwickelt ist, so beobachtet man bei mikroskopischer Durchmusterung der Epidermis eine nicht weniger vollständige Sonderung dieser Farbstoffe als bei den Chromophanen in den Oelkugeln der Vogelretina. Indem nun, hauptsächlich bedingt durch äußere Einflüsse, bei einer anderen Krebsart die zurückhaltende Kraft für das eine oder für zwei dieser Pigmente erlahmt, eventuell auch wohl ganz auf Null herabsinkt, dabei sich die Retention für den dritten resp. für den zweiten und dritten Farbstoff erhält oder sogar noch steigert, entstehen eintöniger gefärbte Formen. So erklären sich die azurblauen Krebse, welche das Dammufer rechterseits hinter Taolud in hellen Schaaren beleben, so (durch einen Schwund des Retentionsvermögens für das Cyanokrystallin und durch eine starke Herabsetzung desselben für den chlorophanartigen Farbstoff) die reiner roth gefärbten Species (z. B. Maja squinado, Alpheus ruber, Nephrops norvegicus). Bleibt schließlich den Epidermiszellen nur noch die bindende Kraft für das chlorophanartige Lipochrom, welche die meiste Beständigkeit zu besitzen pflegt, dann resultiren die rein gelb gefärbten Arten (wie z. B. Ocypoda ceratophthalma), die sich (aus Mangel an Cyanokrystallin) weder beim Kochen röthen, noch nach Behandlung ihres verseiften alkoholischen Farb-

stoffauszuges mit Petroläther und Aether einen Rhodophanfarbstoff an Essigäther abtreten. Wie wenig fixirt übrigens diese Retentionsabweichungen für die einzelnen Farbstoffe bei gewissen Krebsarten sind, lehrt unter anderen die von *Kossmann* für Chlorodius exaratus *M. E.* entworfene Tafel, auf welcher uns dieser Krebs in 6 Farbenvariationen entgegentritt.

Die bisher berührten Veränderungen, welche sich an den lebenden Theilen des Organismus unmittelbar vollziehen, und zu welchen die vergleichenden Betrachtungen der erythräischen und der mediterranen Fauna Anlaß gaben, sind doppelte: sie sind entweder der Ausdruck einer protoplasmatischen Zielstrebigkeit und als solche eine Action der lebenden Materie selbst[1]), oder sie sind eine Wirkung äußerer Einflüsse. Beide Veränderungsreihen, wohl nur selten in strenger Sonderung sich vollziehend, fallen darin zusammen, daß sie der Willkür des Thieres entzogen sind. Hiervon sind die Fälle scharf zu scheiden, bei welchen der Einfluß eines bewußten Handelns, der Einfluß des centralen Nervensystemes des Thieres selbst und nicht etwa eine rein protoplasmatische Tendenz zur Geltung gelangt. Die Anpassungserscheinungen, welche durch innervirte Chromatophoren wie Chromatoblasten veranlaßt werden, finden unter dieser Rubrik ihre Stelle. Aber

[1]) Die allgemeinen Eigenschaften der Atome resp. der Molecüle hier ganz unberücksichtigt lassend, muß ich mich doch dahin aussprechen, daß viele erworbene Organeigenthümlichkeiten, wie solche z. B. in den ganz circumscript, aber äußerst regelmäßig angeordneten Pigmentablagerungen in den Federn der Vögel, in den Haaren der Säugethiere etc. so schlagend hervortreten, ohne eine bewußte Zielstrebigkeit, ohne eine Autopragie der lebenden Materie (*Haeckel*'s Plastidule) durchaus unverstanden bleiben. Eine bewußte Zielstrebigkeit hat das, was wir Gedächtniß nennen, zur nothwendigen Voraussetzung, und wir nähern uns damit der Auffassung, welche *E. Hering* (Ueber das Gedächtniß als eine allgemeine Function der organisirten Materie. Sep.-Abdr. a. d. Sitzungsb. d. k. Academie zu Wien. 1870) wie *E. Haeckel* (Die Perigenesis der Plastidule. Berlin. 1876) von den vitalen Actionen der organisirten Masse entwickelt haben.

auch die Abänderungen in der Configuration der Gehäuse, welche sich bei Mollusken nach einem längeren Separirtsein regelmäßig auszubilden pflegen, werden hierhin zu rechnen sein. Auch habe ich schon früher darauf aufmerksam gemacht, daß die dornige Bewaffnung der Gehäuse erythräischer Muriciden (Murex crassispina *Lam.*, M. tenuispina *Lam.*, M. anguliferus *Lam.*, M. hystrix *Martini*, M. ferrugo *Wood*) bei sämmtlichen ausgebildeteren mediterranen Formen (Murex trunculus *L.*, M. brandaris *L.*, M. cristatus *Brocchi*, M. Edwardsii *Payr.*, M. erinaceus *L.*) vermißt wird; auch bei den Species aus dem Mittelmeere, deren Name auf eine stachlige Bewehrung des Gehäuses schließen lassen dürfte, findet sich eine solche nicht vor; deren mit Längswülsten versehene Schalen erinnern wohl an erythräische Fusus- und Tritonium-, nicht aber an erythräische Muricidengehäuse, und nur bei sehr jungen Individuen (z. B. von Murex cristatus *Br.*) aus dem Mittelmeer macht die Schale als Ganzes den Eindruck einer beabsichtigten Sicherstellung durch Pallisadenreihen. Ohne ein durch die verschiedenartige Lebensweise bedingtes Motiv dieses Unterscheidungsmerkmales zwischen mediterranen und erythräischen Muriciden ausschließen zu wollen, glaube ich in dem Gehäusebau letzterer Species eine hervorragendere, vom Thiere selbst gewollte, eine spontan vollzogene Leistung sehen zu müssen[1]).

[1]) Die Vermuthung, daß die Muriciden des Rothen Meeres zu der Ausbildung ihrer Stachelgehäuse durch eine mit den Korallenbauten in unmittelbarem Zusammenhange stehende (im Vergleich zum Mittelmeere) eigenartige Beschaffenheit des Meeresbodens veranlaßt worden sind, findet ihre Stütze in Beobachtungen von *C. F. Jickeli* (Studien über die Conchylien des Rothen Meeres. II. Jahrb. d. d. Malakozoolog. Gesellsch. Bd. 2. 1875. S. 70 u. 71). „So ziemlich für alle Dahlak und Massana gemeinschaftliche Vorkommnisse", sagt *Jickeli*, „läßt sich sofort erkennen, daß Exemplare des ersteren Fundortes weitaus größer sind als des letzteren. Conus arenatus und C. acuminatus erreichen auf Dahlak die doppelte Größe der Exemplare Massauas. Murex rota wird auf Dahlak so viel

Von diesem Gesichtspuncte aus beurtheilt, gewinnen auch die, besonders von *Issel* und *Pagenstecher*[1]) für Weichthiere beider Meeresgebiete hervorgehobenen Unterschiede im Bau der Gehäuse ein erhöhtes Interesse; denn mir ist es nicht im mindesten fraglich, daß wir als Grund für diese Differenzen ebenfalls nur von den Thieren absichtlich vorgenommene Aenderungen des alten Bauplanes und nicht (wie etwa bei den auf Aenderungen des Retentionsvermögens lebender Zellen beruhenden Wechseln) den Effect eines blind umformenden äußern Agens zu verzeichnen haben. Bevor wir jedoch diese Verhältnisse registriren, sei der congruente Thierbestand des Mittelländischen und Rothen Meeres in Erinnerung gebracht[2]).

größer und bekommt dort so lange Dornen, daß man geneigt sein könnte, ihn von Exemplaren von Massaua als Art zu unterscheiden. Dieser Unterschied in der Größe fällt schon bei den gemeinsten Vorkommnissen der beiden Orte z. B. Planaxis Savignyi und Nerita Rumphi auf."

[1]) Vgl. *H. A. Pagenstecher*, Molluska. *R. Kossmann*'s Zoologische Ergebnisse einer Reise in die Küstengebiete des Rothen Meeres. I. Hälfte. Leipzig. 1877. S. 9—12.

[2]) Das Rothe Meer bietet in seinen nördlichen und südlichen Breiten so auffällige faunistische Wechsel dar, wie sie bei einem so lange separirt gebliebenen Meeresarm nicht zu erwarten sein würden. Als Beispiel führe ich nur einige Sätze aus *Jickeli*'s verdienstlicher Arbeit über die Gattung Conus (a. a. O., S. 71) an, welche lehren dürften, daß die Fauna des Rothen Meeres bei streng durchgeführten Vergleichen mit der Fauna anderer Meere nothwendig in zwei Bezirke zu zerlegen ist. Bei *Jickeli* heißt es: „Von den aufgezählten (34) Conus-Arten sind beinahe die Hälfte im Norden und Süden des Rothen Meeres gefunden, während einige im Süden gefundene Arten, z. B. C. coffea, C. textile, C. tulipa im Norden nicht vorzukommen scheinen, und sich ihre Verbreitung aus dem Indischen Archipel somit nur bis in die südlichen Theile des Rothen Meeres zu erstrecken scheint. Auffallend ist, daß eine Anzahl Arten, die im Norden des Rothen Meeres, und theilweise nicht selten, gesammelt wurden, bisher noch im Süden nicht gefunden wurden und erst im Indischen Archipel wieder auftreten, von wo sie sich bis in den Stillen Ocean weit östlich verbreiten, z. B. Conus tesselatus, C. quercinus, C. lividus, C. virgo. Es finden sich übrigens auch in anderen Gattungen gleiche Erscheinungen, so gehört z. B.

Die dem Mittelmeere und dem Rothen Meere gemeinsamen Thier- und Pflanzenformen.

Nur eine beschränkte Formenanzahl ist dem Mittelländischen und Rothen Meere gemeinsam[1]), und ob gemeinsam geblieben oder ob erst gemeinsam geworden, läßt sich nur für wenige

---

Fusus marmoratus in Suez zu den gemeinsten Vorkommnissen überall, er ist eine der ersten Arten, welche der Sammler dort findet. Trotzdem habe ich in Suakim und Massaua, wie auch auf Dahlak niemals ein Exemplar dieser Art gefunden, von Australien wird sie dagegen wiederholt angegeben. Auffallende Beispiele für die Differenzirung derselben Arten im Süden und Norden des Rothen Meeres bieten Trochus dentatus und T. erythraeus; den ersteren habe ich selten auch nur annähernd so groß bei Massaua gefunden, wie er bei Suez und zugleich als var. dentatus duplex vorkommt. Der letztere erreicht ebenfalls bei Massaua niemals auch nur annähernd die Größe der Exemplare von Suez."

[1]) Bei *Ed. v. Martens* Bearbeitung der Meeresconchylien, welche auf *von der Decken*'s ostafrikanischen Reisen gesammelt wurden, fand sich unter den 150 Species keine einzige, welche auch aus dem Mittelmeere bekannt geworden wäre.

Unter den von Dr. *Albrecht Roscher* bei Zanzibar gesammelten Meeresalgen befinden sich nach *W. Sonder*'s Berichte (*C. C. von der Decken*'s Reisen in Ostafrika. Bd. 3. Abth. 3. Leipzig u. Heidelberg. 1879. S. 79) 3 Arten: Polysiphonia secunda *Agardh*, Chaetomorpha princeps *Kütz.* und Amphiroa irregularis *Kütz.*, welchen zwar noch nicht im Rothen Meere, wohl aber im Adriatischen Meere begegnet wurde.

Was die eigentliche Flora des Rothen Meeres anbelangt, so finden wir schon bei *J. Zanardini* (Plantarum in mari rubro hucusque collectarum enumeratio. Vinetis. 1857. p. 13) angegeben, die 4 Seegras-, die Caulerpa- und Sargassum-Species des Rothen Meeres seien eigene, nicht im Mittelmeer vorkommende Arten. Etwas ausführlicher verbreitet sich hierüber *G. Schweinfurth* in seinen „Pflanzengeographischen Skizzen des gesammten Nil-Gebietes und der Uferländer des Rothen Meeres" (*Petermann*'s Geographische Mittheilungen. 1868), indem er sagt: „Diejenigen Meerphanerogamen, welche eine bedeutendere Tiefe beanspruchen und deren Existenz keine Ueberschreitung der untersten Ebben-Grenze gestattet, sind die mit dem Vulgärnamen Seegräser bezeichneten Najadeen und Hydrocharitaceen, welche sämmtlich auch im Indischen Ocean verbreitete Arten dem Mittelmeere fehlen und wohl auch schwerlich in anderen Oceanen gefunden werden dürften" (S. 247). „Weniger abweichend von der Flora des Mittelmeeres als die Seephanerogamen erscheinen die in massenhaften Beständen auftretenden niederen Meeresgewächse. Von den 166 Algenarten, die uns

Species derselben mit annähernder Sicherheit eruiren. Folgend den schätzenswerthen Arbeiten von *Forskål*, *Ehrenberg*, *Issel*

---

bis jetzt aus dem Rothen Meere bekannt geworden, sind mindestens 20 mit Sicherheit als identisch mit mediterranen Formen nachgewiesen worden, ein Verhältniß, welches nicht annähernd die höhere sowohl als niedere Meerfauna dieser Gewässer zu erkennen gibt. Dessen ungeachtet ist der Hauptcharakter der Rothen-Meeralgen ein dem Indischen Ocean völlig entlehnter, da die wenigen Arten des Mittelmeeres, die hier auftreten, überhaupt eine sehr weite Verbreitung besitzen; unter allen aber spielen die Sargassum-Arten, deren man allein 30 aus diesem Meere kennt, eine hervorragende Rolle. Zwar besitzt auch das Mittelmeer einige derartige Tange, indeß sind identische Sargassen aus beiden Meeren bisher noch nicht nachgewiesen worden. Diese Meeresflora wird auch besonders durch die Häufigkeit und Artenmenge der Siphoneen gekennzeichnet, unter ihnen die stark vertretene Gattung Caulerpa, von welcher das Mittelmeer nur eine Art (C. prolifera) besitzt, die hier fehlt, ferner mehrere die Ost- und Westindischen Gewässer charakterisirende Halimeda-Arten. Die auf die Tropenmeere beschränkten Turbinarien sind auch hier vertreten, die Delesserien des Mittelmeeres dagegen, ausschließliches Eigenthum der europäischen Meere, fehlen auch im Rothen. Eine über den ganzen Tropengürtel verbreitete Floridee, Polyzonia jungermannioides, durchschlingt auch hier die dichten submarinen Wiesen der Sargassen. Unter den Kosmopoliten findet sich eine von Pol zu Pol verbreitete Siphonee, Codium tomentosum, häufig in den nördlichen Gewässern des Rothen Meeres. Eine Oscillarie von intensiv rother Färbung, das winzige Trichodesmium Ehrenbergii, schwimmt, lange Purpurstreifen bildend, auf der Oberfläche des Meeres und verbreitet sich in gewissen Jahren so außerordentlich, daß man von dieser Erscheinung den Namen Rothes Meer herleiten möchte. Von den durch ihre rothe Färbung ausgezeichneten Seegewächsen müssen besonders die dem Indischen Ocean angehörenden, dem Mittelmeere aber fehlenden Arten von Polyzonia, Corallopsis und Spyridia hervorgehoben werden. Diese auffallende Farbe ist übrigens hier nicht bloß eine Prärogative der Meeresflora, auch die Fauna entlehnt ihre vorzüglichste Pracht dem Purpur, in welchen sich die Polypenhorste der Tiefe hüllen und den die Fische in endloser Skala zur Schau tragen“ (S. 248).

Auf eine diesbezügliche Anfrage hin nannte mir der berühmte Afrikaforscher als eine dem Rothen und dem Mittelländischen Meere gemeinsame Najadee: Ruppia maritima var. rostrata, und verwies mich, um mir eine zeitgemäße Auskunft zu sichern, hinsichtlich der Meeresphanerogamen an

und *Klunzinger* versuche ich, unter Hinzuziehung der von *Keller* vernachlässigten Ergebnisse der *Rüppell*'schen, *von der Decken*'schen und *Kossmann*'schen Reisen im Nachstehenden eine Zusammenstellung der sich wenigstens in ihren schärferen morphologischen Merkmalen deckenden Thierformen beider Meere zu geben[1]). Ob kosmopolitisch (wie Noctiluca miliaris) oder

---

Herrn Professor Dr. *P. Ascherson*, hinsichtlich der Meereskryptogamen an Herrn Professor Dr. *P. Magnus*. Herr Professor Dr. *Ascherson* schrieb mir etwa wie folgt: „Das Mittelmeer und das Rothe Meer haben keine einzige Art von Meeresphanerogamen gemein; Ruppia kommt am Mittel- wie am Rothen Meere wohl in Lagunen, Flußmündungen etc., aber nirgends im freien Meere vor. Unter den 4 Arten des Mittelmeeres findet sich sogar nur Eine, Cymodocea nodosa *Aschs.*, welche unter den 9 Arten des Rothen Meeres eine nahe Verwandte, C. rotundata (*Ehbg.* u. *Hempr.*) *Aschs.* u. *Schweinf.*, hat. Daß durch den Suezcanal jemals eine Vermischung dieser Seegrasfloren bewirkt werden sollte, halte ich für sehr unwahrscheinlich. Ich war 8 Tage in El Kantara und habe auch die Ufer des Canals bei Port Said und des Timsahsees bei Ismailia besucht, ohne eine Spur von Meeresphanerogamen zu finden. Der sandige Strand des Mittelmeeres zu beiden Seiten der Canalmündung scheint mithin diesen sonst so verbreiteten Gewächsen keinen günstigen Boden zu bieten. Außer an einer Stelle nahe Boghaz el Brullus, wo die betreffende Pflanze (Zostera nana) sicher aus dem dort mündenden Strandsee stammte, fiel mir nirgends an der ganzen Küste von Abukir bis El Arisch der sonst überall zu beobachtende Auswurf von Seegras auf. Der Menzalehsee bei Port Said enthält Cymodocea nodosa *Aschs.* und in einigen Stunden Entfernung auch Zostera nana *Roth*, aber er ist vom Canalbette dort völlig abgeschlossen. Ebenso ungeeignet wie für die Seegräser ist der Canal wegen seines sandigen Bettes und der frequenten Schifffahrt als Standort für die meisten größeren Algen. Auf der Fahrt von Port Said nach Ismailia habe ich nirgends etwas Bemerkenswerthes gesehen. Am Ufer von Port Said bis Ismailia sah ich überall nur spärliche Exemplare anscheinend derselben Cladophora." Vgl. hierzu *P. Ascherson*, Die geographische Verbreitung der Seegräser. Anleitung zu wiss. Beobachtungen auf Reisen, herausgegeben von *G. Neumayer*. Berlin. 1875. S. 359—373.

[1]) Nach einer Bemerkung *Al. von Humboldt*'s (Ansichten der Natur. Bd. 2. Stuttgart u. Augsburg. 1860. S. 65) scheint auch *Valenciennes* eine Uebersicht der dem Rothen und dem Mittelländischen Meere gemeinsamen Thierarten gegeben zu haben, doch habe ich eine solche nicht auffinden

nicht kosmopolitisch scheint mir dabei gleichgültig zu sein, obschon *Keller* (a. a. O., S. 17), wie es scheint, kosmopolitische Arten von einer solchen Zusammenfassung ausgeschlossen sehen will; leider enthält es uns *Keller* vor, welche kosmopolitischen Arten, mit denen überhaupt viel Unfug getrieben ist, beiden Meeren gemeinsam sind, und ich verstehe nicht, wie es noch ubiquitärere Formen als die Selachier geben kann, welche *Keller* keinen Anstand nahm, seiner Tabelle einzureihen.

---

können. Erwähnt wird an dieser Stelle, daß *Valenciennes* durch den Marquis *Charles de l'Escalopier* wie durch den französischen Consul *Botta* schöne Exemplare von Porites elongata *Lam.* aus dem Todten Meere empfangen habe, welche Species sich nicht im Mittelländischen, wohl aber im Rothen Meere finde. Aufgeklärt ist diese Angabe meines Wissens später nicht. Die geologischen Verhältnisse der Jordanspalte wie der hohe Salzgehalt (20.4—27.8 %) des Todten Meeres lassen die Mittheilung wenig glaubwürdig erscheinen. „Mit dem Fehlen des Tertiärs in der ganzen Gegend vom Libanon bis nach Aegypten", sagt *O. Fraas* (a. a. O., S. 73 u. 74), „ist der Beweis hergestellt, daß vom Ende der Kreideperiode an in Palästina keine marine Bildung mehr stattfand, sondern einzig nur die Einflüsse der Atmosphäre auf die Oberfläche des Landes sich geltend machten, die jedoch eine wesentliche Veränderung derselben nimmermehr zu erzeugen im Stande sind. *Lartet* meint sogar, seit den Zeiten der feldspathreichen Porphyre, welche zwischen Petra und dem Todten Meere die Richtung der tiefen Erdspalte ankündigen, also lange vor der Bildung der Kreidebänke habe jene Erdspalte in ihrer Nord-Süd-Erstreckung existirt und das Todte Meer habe zu keiner Zeit in irgend einem Zusammenhange mit dem Ocean gestanden."

In der Lagune nördlich von Djebel Usdûm (mit einem Salzgehalt von 47.68 p. M., einem Chlorgehalte von 29.28 p. M. und einem specif. Gew. von 1.037), die häufig vom Todten Meere überschwemmt und durch eine heiße Salzquelle gespeist wird, kommt nach *Fraas* (a. a. O., S. 78 Anm.) allerdings noch eine Anzahl kleiner Fische, Cyprinodon Moseas *Cuv.* und C. lunatus *Ehrbg.* vor. Nach *Terreil* (Bull. géologique. 2. Sér. T. 23. p. 731) gehen diese Fische auch von den Flußmündungen aus soweit in das Todte Meer hinein, bis das Wasser ein specif. Gewicht von 1.11500 erreicht hat. In Lachen, nördlich von der Quarantänestation vor Suakim, welche bei hohem Wasserstande vom Rothen Meere aus gefüllt werden, an deren Boden sich eine dicke Salzkruste abgeschieden hatte, und in denen von

Die dem mediterranen und erythräischen Faunengebiete gemeinsamen Thierformen.

Typus.	Classe resp. Unterclasse.	Species.	Namen der Gewährsmänner und Literaturnachweise.
Protozoa	Flagellaten	Noctiluca miliaris *Suriray.*	Cf. diese Studien. 2. Reihe. 4. Abth. 1887. S. 119 ff.
Coelenterata	Anthozoa	Actinia mesembryanthemum *Johnst.* (Actinia tapetum *H.* u. *Ehbg.*)	*Ehrenberg*, Beitr. z. physiol. Kenntniß der Korallenthiere. Abhandl. d. k. Acad. d. Wiss. zu Berlin. Th. I. 1832. S. 256, 260 u. 376.
	Hydromedusae	Aurelia aurita *Lam.*	*Ehrenberg*, Die Acalephen d. Rothen Meeres. Abhandl. d. k. Acad. d. Wiss. zu Berlin. 1836. S. 186 u. *E. Haeckel*, Arabische Korallen. Berlin. 1876. S. 43 Anm. 49.
		(Rhizostoma Cuvieri *Pér. Les.*)	*Forskâl*, Descriptiones animalium, quae in itinere orientali observavit. Edit. *Niebuhr.* Hauniae 1775. p. 106 u. 107; *C. Keller*, a. a. O., S. 18.
	Ctenophorae	Bolina hydatina *Chun.*	*C. Keller*, a. a. O., S. 18.
Echinodermata	Holothurioidea	Holothuria impatiens *Forsk.*	*H. Ludwig* in *R. Kossmann* „Zoolog. Ergebnisse etc." II. Hälfte. I. Lief. Leipzig. 1880. Echinodermata. S. 6 u. Drittes Preisverzeichniß der durch die

Pflanzen neben einer Salsolacee nur noch Aeluropus arabicus zu vegetiren vermochte, beobachtete ich ständig eine größere Anzahl silberglänzender Fischchen; nach der von Herrn Professor Dr. *Klunzinger* gütigst vorgenommenen Bestimmung ist es Cyprinodon dispar (♀), welcher als einzige Thierspecies dem hohen Salzgehalte dieser Lachen gewachsen ist. Dieser Fisch ist aber nicht nur sehr wenig empfindlich gegen einen starken Salzgehalt des umgebenden Wassers, sondern scheint sich auch bei einer verhältnißmäßig hohen Temperatur des Wassers noch recht wohl zu fühlen; denn durch *Rüppell* (Fische des Rothen Meeres. Frankfurt. 1828. S. 67) erfahren wir, daß sein Lebias dispar in allen Gegenden des Rothen Meeres zu Hause ist und auch in der thermalischen Süßwasserquelle von Hadjer Elme bei Tor vorkommt, deren Wasser 26½° *R.* warm ist. Im großen Salzsee von Utah, welcher einen Salzgehalt von 13.42% aufweist, soll sich dagegen kein Fisch, wohl aber ein kleiner Kruster, Artemia fertilis *Vervill.* (Americ. Journ. of scienc. Nov. 1869) aufhalten.

Typus.	Classe resp. Unterclasse.	Species.	Namen der Gewährsmänner und Literaturnachweise.
			Zoolog. Station zu Neapel zu beziehenden conservirten Seethiere. Mitth. d. Zoolog. Station zu Neapel. Bd. 2, 1882. S. 521 ff.
Echinodermata	Asteroidea	Asterina gibbosa *Forbes.*	*Müller* u. *Troschel* (cf. *Ed. v. Martens,* Arch. f. Naturgesch. Bd. 32. 1866. S. 72.)
Vermes	Bryozoa	Alysidium Lafontii *Aud.*	*C. Keller*, a. a. O., S. 35.
Mollusca	Lamellibranchiata	Gastrochaena dubia *Penn.*	*H. C. Weinkauff,* Die Conchylien d. Mittelmeeres. Cassel, 1867. Bd. 1 S. 2.
		(Pecten varius *L.*)	*R. M'Andrew*, Ann. and mag. of nat. hist. 4 Ser. T. 6. 1870, p. 449.
		Macha (Azor) coarctata *Gm.*	*R. M'Andrew*, ebenda. p. 445.
		Radula inflata *Chemn.*	*R. M'Andrew,* ebenda. p. 450.
		Petricola striata *Lam.*	*L. U. Schaufuß*, Molluscorum systema et catalogus. Dresden, 1869. S. 107.
		(Lithodomus lithophagus *L.*)	*Schaufuß*, ebenda. S. 114.
		Solecurtus strigillatus *L.*	*Arturo Issel*, Malacologia del Mar Rosso. Pisa. 1869. p. 51.
		Donax trunculus *L.*	*A. Issel*, a. a. O., p. 55.
		(Arca lactea *L.*)	*A. Issel*, a. a. O., p. 89.
		Ostrea plicatula *Gm.* (var. cristata *Lam*, var. cochlear *Poli*, var. cucullina *Desh.*)	*H. A. Pagenstecher,* a. a. O., S. 16—24.
		Lima squamosa *Lam.*	*H. A. Pagenstecher,* a. a. O., S. 28; vgl. auch *L. Vaillant,* Journ. de Conchyliologie. T. 13. 1865. p. 112.
	Gasteropoda	Cypraea annulus *L.*	*A. Issel,* a. a. O., S. 113 u. *Weinkauff,* a. a. O., Bd. 2, 1868. S. 14.
		Cypraea moneta *L.*	*A. Issel,* a. a. O., S. 112.

Typus.	Classe resp. Unterclasse.	Species.	Namen der Gewährsmänner und Literaturnachweise.
Mollusca	Gasteropoda	Nassa costulata *Renier.*	*A. Issel*, a. a. O., S. 126; *R. A. Philippi*, Enumeratio mollusc. Siciliae. Bd. 1. Berolini. 1836. S. 221. u. *Weinkauff*, a. a. O., Bd. 2. 1868. S. 64.
		Cerithium scabrum *Olivi.*	*A. Issel*, a. a. O., S. 149 u. *Weinkauff*, a. a. O., Bd. 2. S. 164.
		Cerithium lacteum *Kiener* (= C. elegans *Blainv.*)	*R. M'Andrew*, a. a. O., p. 441 u. *J. Gwyn Jeffreys*, ebenda. Ser. 4. Vol. 6. 1870. p. 81.
		Cerithium tuberculatum *L.*	
		Dentalium novemcostatum *Lam.*	*Schaufuß*, a. a. O., S. 64.
		Spiroglyphus spinuliformis *de Serres*	*Moerch*, Proceed. of the Zoolog. Soc. 1861. p. 327. Ohne Bedenk. auch von *Issel* (a. a. O., p. 211) als eine beiden Meeren gemeinsame Form acceptirt.
		Ringicula auriculata *Menard de la Groye* (= Voluta buccinata *Renier*)	*R. M'Andrew* u. *J. Gwyn Jeffreys*, Annals and magaz. of nat. history. Ser. 4. Vol. 6. 1870. p. 83.
		Murex trunculus *L.*	*L. Reeve*, Conchologia Iconica. Monogr. of the g. Murex. London. 1845. Tab. 5, f. 22. u. *Weinkauff*, a. a. O., Bd. 2. 1868. S. 85.
		Nassa mutabilis *L.*	*A. Adams*, Proceed. of the Zoolog. Soc. 1851. p. 94.
	Pteropoda	(Odontidium rugulosum *Ph.*)	*R. A. Philippi*, Enumeratio molluscorum Siciliae. Berolini. 1836. p. 248 ff. *Keller*, a. a. O., S. 34.
	Cephalopoda	Octopus makropus *Risso* (O. Cuvieri *d'Orb.*)	Von mir bei Suakim gefunden, von Prof. *Ed. von Martens* bestimmt und dem K. Zoolog. Museum in Berlin überwiesen.
		(Octopus vulgaris *Lam.*)	*Verany*; cf. *H. A. Pagenstecher* in *R. Kossmann*, „Zoolog. Ergebnisse etc." I. Hälfte. Leipzig. 1877. Mollusca. S. 63.
Arthropoden	Crustaceen	Galathea strigosa *L.*	*F. Hilgendorf*, Uebersicht der ostafrik. Crustaceen. *C. C. von Decken*'s Reisen in Ostafrika. Bd. 3. Abth. 1. Leipzig und Heidelberg. 1869. S. 111.

Typus.	Classe resp. Unterclasse.	Species.	Namen der Gewährsmänner und Literaturnachweise.
Vertebrata	Pisces	Sargus Rondeletii *Cuv. Val.*	Nach Herrn Dr. *Alb. Günther*'s gütiger Mittheilung auch an der Südküste Arabiens sich findend.
		Caranx trachurus *L.*	
		Naucrates ductor *L.*	
		Echineïs naucrates *L.*	*C. B. Klunzinger*, Bilder aus Oberägypten, der Wüste und dem Rothen Meere. Stuttgart, 1878. S. 370. Cf. auch *R. Kossmann*, Zoolog. Ergebn. etc. I. Hälfte. Pisces. 1877. S. 17 u. 31.
		Coryphaena hippurus *L.*	
		Zygaena malleus *Risso*	
		Lamna Spallanzani *Bonap.*	
		Mustelus vulgaris (laevis) *M. & H.*	
		Rhina (Squalus) squatina *L.*	*R. Kossmann*, a. a. O., S. 31.
		(Rhinobatus Columnae *Bp.* [Raja rhinobatus *L.*])	*Schneider* (cf. *E. Rüppell*, Atlas z. Reise im nördl. Afrika. Fische des Rothen Meeres. Frankfurt. 1828. S. 55.)
		Torpedo marmorata *Risso* (T. Galvanii *Bonap.*)	Cf. *E. Rüppell*, Neue Wirbelthiere z. d. Fauna von Abessinien. Fische des Rothen Meeres. Frankfurt. 1835. S. 68.

Bemerkungen zu einzelnen Arten.

Noctiluca miliaris *Suriray.* Eine Ahnung davon, daß das intensive Leuchten des Rothen Meeres durch Noctiluken veranlaßt werde, besaß außer *C. Dareste* auch schon *Arturo Issel* (Viaggio nel Mar Rosso e tra i Bogos. 4. Ediz. Milano. 1885. p. 12).

Actinia mesembryanthemum *Johnst.* (Actinia equina *L.*) u. A. tapetum *H. u. Ehbg.* (Priapus albus *Forsk.?* Discosoma nummiforme *F. S. Leuckart*). Bezüglich A. mesembryanthemum, welche, wie *Ehrenberg* angibt, von *Hempricht* und ihm im mittleren und nördlichen Theile des Rothen Meeres gefunden wurde, scheinen die Zweifel weniger berechtigt als bei A. tapetum, welche *Ehrenberg* und *Hemprich* „vielleicht" auch bei Triest gefunden haben; doch wie die von den Zoologischen Stationen zu Neapel, Triest und Marseille herausgegebenen faunistischen Uebersichten schließen lassen, ist man der Form im Mittelmeere sonst nie begegnet. *A. Andres* (Le Attinie. Fauna u. Flora des Golfes von Neapel,

9. Monographie. I. Theil. Leipzig. 1884. S. 274), welcher Discosoma tapetum *Ehbg.* und D. nummiforme *Leuck.* getrennt aufführt, bemerkt dazu: „*Klunzinger* betrachtet es als zweifelhaft, daß Discosoma nummiforme *Leuck.* mit Priapulus albus *Forsk.* synonym ist und schließt davon aus auch Discosoma nummiforme *M. E.* Ich glaube, daß er im Rechte ist, da *Forskâl*'s Species undefinirbar ist, und *Milne Edwards* die beiden Species D. nummiforme *Leuck.* und D. tapetum *Ehbg.* unter einer begreift."

Aurelia aurita *Lam. Haeckel* sprach als Vermuthung aus, die Aurelia aurita möchte vielleicht durch den Suezcanal des Alterthums in das Rothe Meer eingedrungen sein. *C. Keller* meint dagegen, es sei wegen der Schwierigkeiten, welche der alte Suezcanal dem Transporte mariner Organismen dargeboten habe, wahrscheinlicher, daß dieselbe während der Quartärzeit in Folge anhaltender Nordwinde durch die Isthmuslagune getrieben wurde. Wer berücksichtigt, daß Cassiopea andromeda den modernen Suezcanal vom Rothen Meere aus jetzt schon bis Ismailia passirt hat, und sich dabei der Bemerkung auf S. 16 Anm. dieser Studien 2. Reihe, 4. Abth. erinnert, wird zugestehen müssen, daß bezüglich der Meduse die eine dieser Ansichten vor der anderen Nichts an Wahrscheinlichkeit voraus hat. Für alle weniger euryhalinen Arten verdient *Haeckel*'s Meinung der *Keller*'schen gegenüber den Vorzug; denn einen für die Diffusion der Thiere günstigeren Verbindungsweg als den Ptolemäer-Canal hat es, soweit die geologische Forschung reicht, zwischen den beiden Meeren nicht gegeben. Meine Bemühungen, eine Abbildung der Aurelia auf altägyptischen Denkmälern zu finden, sind ohne Erfolg geblieben. Auf den Gemälden, welche die Gräberwände von Sakkâra zieren, treten dem Beschauer eine große Menge von See- und Nilfischen in guter Ausführung entgegen; auch sonstige Meeresthiere sind dargestellt, aber eine Medusenform ist darauf nicht angedeutet. Auf anderen altägyptischen Wandgemälden, so auf den Tempelwänden von Karnack *(H. Brugsch)* und von Dêr al bah'eri *(J. Dümichen)* begegnen wir auch zahlreichen Thierformen aus dem Rothen Meere: Schollen, Haien, Rochen, Krebsen (Palinurus penicillatus?), Tintenfischen (Loligo), die ihrer vom Künstler erkannten charakteristischen Merkmale wegen oft sogar eine Speciesdiagnose ermöglichen; auch auf diesen fehlt, den Copien nach zu urtheilen, Aurelia. Nur von weiteren Nachforschungen in dieser Richtung würde Bestimmteres über die Einwanderungszeit der Aurelia erwartet werden können.

Rhizostoma Cuvieri *Pér. Les.* (Medit. Form: Pilema pulmo *Haeckel;* Erythr. Form: P. corona *Haeckel*). *Haeckel* (System der Medusen. II. Hälfte. Jena. 1879. S. 594) bemerkt dazu: „Die kurze Diagnose, welche ihr Entdecker, *Forskâl*, von der Pilema des Rothen Meeres gab, ist sehr

ungenügend. Wahrscheinlich sind die beiden Arten, welche derselbe als Medusa corona und M. tetrastyla unterscheidet, identisch. *Ehrenberg*, welcher sie später ebendaselbst wiederfand, hat keine Beiträge zu ihrer Kenntniß geliefert, da er sie irrthümlich für identisch mit der mediterranen P. pulmo hielt. Indessen habe ich mich an zertrümmerten Fragmenten von großen Spiritusexemplaren dieser Art, welche *Ehrenberg* im Berliner Zoologischen Museum deponirte, überzeugt, daß die beiden Pilemaspecies des Rothen Meeres und des Mittelmeeres wohl specifisch zu unterscheiden sind. Der Schirmrand von P. pulmo hat zahlreichere Randläppchen als bei allen anderen Arten (16—20 schmale, abgestutzte Velarlappen in jedem Octanten). Ferner sind die 16 centripetalen Arcaden des Canalnetzes, welche zwischen je 2 Radialcanälen gegen die Armscheibe vorspringen, viel höher und schmäler, und berühren dessen Außenrand. Endlich ist auch die specielle Conformation der langen Arme und namentlich ihres keulenförmigen Endknopfes verschieden; derselbe ist dreiseitig-prismatisch, gegen das Distalende etwas verdickt und kurz zugespitzt, dreiseitig, pyramidal oder fast abgestutzt." Trotzdem glaubt *C. Keller* (a. a. O., S. 18), die erythräische Pilema von der mediterranen ableiten zu sollen; „wenn sich Erstere", sagt *Keller*, „seit der Quartärzeit trotz übereinstimmender Färbung und Habitus von ihrer Stammform etwas entfernt hat, so ist dies bei der Variabilität der Gebilde des Schirmrandes bei Scheibenquallen nicht überraschend und ähnliche Abweichungen von der ursprünglichen Stammform bis zur specifischen Verschiedenheit werden wir bei früher emigrirten Mollusken finden."

Asterina gibbosa *Forb.* „Mit Europa", sagt *Ed. von Martens* (*C. C. von der Decken*'s Reisen in Ostafrika. Bd. 3. Abth. 1. Leipzig u. Heidelberg. 1869. S. 134), „hat von Seesternen und Seeigeln Ostafrika nur Asterina gibbosa gemein, falls A. Burtoni *Gray* aus dem Rothen Meere in der That mit der englisch-südeuropäischen zusammenfällt, wie *Müller* und *Troschel* angenommen haben. Dagegen kann ich Linckia variolata *Retz* nicht als europäisch anerkennen, obwohl *Gray* noch in seiner neuesten Uebersicht der Asteriden (Synopsis of the species of starfish. 1866) ihm das Mittelmeer als Vaterland zuweist und eine ostafrikanische Art davon unter dem Namen Agassizii trennt. Keine Specialfauna aus dem Gebiete des Mittelmeeres erwähnt meines Wissens diese Art, und *Gray* selbst citirt dieselbe Abbildung von *Linck* Taf. 14 Fig. 24 zu beiden, nur einmal mit dem Schreib- oder Druckfehler 2,4 statt 24. Ich kenne keine andere Fundorte für diese Art als ostafrikanische." Später haben die von Dr. *W. Lange* ausgeführten Bestimmungen der von *Moebius* (vgl. dessen Beiträge z. Meeresfauna etc. S. 50) auf seiner Reise nach Mauritius gesammelten Asteriden eine zweite mediterrane Seesternspecies an der ost-

afrikanischen Küste wiederfinden lassen, nämlich die Asterina tenui spina *Lam.*

Gastrochaena dubia *Penn.* des Rothen Meeres zeigt nach *Issel* tiefere Furchen als die Mittelmeerform, und *Vaillant* scheint dieselbe Form als G. cymbium *Spengler* aufgeführt zu haben.

Pecten varius *L.* Nach *Pagenstecher* mag Pecten daucus *Reeve* von Corfu die Verbindung zwischen dem erythräischen Pecten lividus *Lam.* und dem mediterranen P. varius *L.* herstellen, „welcher bei sonstiger großer Aehnlichkeit sich durch die Bestimmtheit der Rippen mit ganz glatten Zwischenräumen unterscheidet".

Lithodomus lithophagus *L.* als eine Bewohnerin des Rothen Meeres verzeichnet zu finden, muß überraschen, und *Issel* (a. a. O., p. 382 Anm.) hat auch bereits der Richtigkeit dieser Angabe einen vielleicht nicht ganz unbegründeten Zweifel entgegengesetzt. Doch werden wir mit *Ed. v. Martens* (*Moebius*, Beitr. z. Meeresfauna etc. S. 332) daran zu erinnern haben, daß bohrende Mollusken einer passiven Verschleppung leicht fähig und manche derselben auch wohl nur deshalb weit verbreitet sind. „So begegnete man der westindischen Gastrochaena cuneiformis *Spengler* bei Mauritius und Ile de France, eine der westindischen G. rostrata *Spengler* nahe verwandten Form, der Gastrochaena Retzii *Desh.* bei Réunion und Mauritius, und Gastrochaena dubia *Penn.* soll sogar dem Rothen und Mittelländischen Meere gemeinsam sein."

Solecurtus strigillatus *L.* des Rothen Meeres besitzt nach *Issel* deutlichere und zahlreichere Streifen als die Mittelmeervarietät.

Arca lactea *L.* Alle Exemplare von A. lactea aus dem Mittelmeere, welche *Pagenstecher* mit solchen aus dem Rothen Meere vergleichen konnte, waren zwerghaft klein, ihre Wölbung ganz anders als bei denen des Rothen Meeres, der Hinterrand rechtwinkliger und die Behaarung fehlte; er führt deshalb auch die erythräische Form auf A. decussata *Reeve* zurück und bemerkt, daß A. barbata *L.* des Mittelmeeres derselben viel näher komme als A. lactea *L.*

Ostrea plicatula *Gm.* Auch *Ed. von Martens* (*Moebius*, Beiträge z. Meeresfauna etc. S. 311 u. 312) erwähnt in der Uebersicht der *Möbius*'schen Sammlung aus Mauritius, als hier vorkommend: 1. Ostrea cucullina *Desh.* mit der Bemerkung „der O. cochlear des Mittelmeeres ähnlich", und 2. O. radiata *Val.* (= O. cristata var. b *Lam.*). Unter letzterer Artangabe findet sich die Notiz: „Diese Species hat viel Aehnlichkeit mit O. depressa *Phil.* aus dem Mittelmeer, welche auch mit ähnlichen breiten, dunkelpurpurnen Strahlen z. B. in Dalmatien vorkommt".

Lima squamosa *Lam.* Die von *Pagenstecher* als var. paucicostata *Sow.* der Lima squamosa *Lam.* zugetheilte Form aus dem Rothen

Meere lag ihm nur in einem, allerdings schönen Exemplare vor. Dieses Stück zeigte 14 Rippen (ausgenommen die undeutlichen vorn und hinten), während an solchen aus dem Mittelmeere deren 18 bis 22 gefunden wurden. „Die Veränderlichkeit der Rippenzahl bei L. squamosa ist klar; die Erhebung und Gestalt der Zacken, die Gesammtform der Schale, namentlich die Größe der Winkel, die Schalendicke werden nicht minder variabel sein."

Cypraea annulus *L.* Die Exemplare aus dem Rothen Meere sind nach *Issel* im Allgemeinen breit- und langschaliger als die aus dem Mittelmeere.

Nassa costulata *Renier* des Rothen Meeres zeichnet sich (nach *Issel*) der des Mittelmeeres gegenüber durch geringere Größe und relativ bedeutendere Höhe aus.

Odontidium rugulosum *Phil.* Für die Aufnahme dieses Pteropoden in obige Tabelle wird Herr Dr. *C. Keller* die Verantwortung allein zu übernehmen haben.

Octopus makropus *Risso* (O. Cuvieri *d'Orb.*) wurde als eine erythräische Form bereits von *A. d'Orbigny* (Mollusques viv. et foss. Part. I. Céphalopodes. Paris. 1855. p. 173) aufgeführt.

Octopus vulgaris *Lam.* Die Angaben der Autoren *(Philippi, Verany, Pagenstecher)* lassen Zweifel, ob ihnen wirklich O. vulgaris *Lam.* vorgelegen hat. Ich erhielt in Massaua wie in Suakim nur eine und dieselbe Species: O. makropus *Risso.*

Sargus Rondeletii *Cur. Val.* Der erfahrene Ichthyologe des Britischen Museums schrieb mir Folgendes: „Ich habe ganz neulich wieder Gelegenheit gehabt, mich über das Vorkommen des im Mittelmeere gemeinen Sargus Rondeletii an der Südküste Arabiens zu überzeugen. Dieser Fisch ist um das Cap der guten Hoffnung herumgewandert."

Zygaena malleus *Risso.* Der von *Rüppell* (Neue Wirbelthiere zu der Fauna von Abessinien. Fische des Rothen Meeres. Frankfurt. 1835. S. 66 u. 67) im Rothen Meere aufgefundene Hammerfisch (Z. Mokarran *Rüpp.*) weicht seiner Angabe nach „von den bekannten Arten vorzüglich durch den ihm eigenthümlichen, beinahe gradlinigen vorderen Rand des Kopfes ab, in welcher Beziehung ihm einigermaßen Zygaena malleus des Mittelländischen und Atlantischen Meeres ähnelt; aber er unterscheidet sich von demselben wesentlich durch den Mangel des hakenförmigen Vorsprungs vor der Augenhöhle und durch das gänzliche Fehlen der Furche längs des vorderen Kopfrandes, eine Verlängerung der Nasenlöcher".

Rhinobatus Columnae *Bp.* nur dann, wenn *Schneider*'s Annahme (in seiner Ausgabe von *M. E. Bloch*'s Naturgesch. der in- und ausländischen Fische) sich als richtig bewährt, daß Rhinobatus halavi *Cuv.* aus dem Rothen Meere mit Raja rhinobatus *L.* und Salviani aus dem Mittelländischen Meere identisch ist. — Eine strenge Revision der von *Rüppell*

im Rothen Meere gesammelten Selachier läßt bei der offenbaren Specialisirungssucht dieses sonst so verdienstvollen Forschers noch weitere Zusammenziehungen erythräischer und mediterraner Formen erwarten. Anders bei *Forskål!* Der von diesem Reisenden (Descriptiones etc. Edit. *Niebuhr.* Hauniae. 1775. p. 20) in 2 Exemplaren bei Djedda angetroffene Squalus Carcharias dürfte die von *Müller* und *Henle* aufgestellte indischoceanische Form: Carcharias (Scoliodon) acutus gewesen sein, während den mediterranen und atlantischen Gebieten die Arten: C. (Prionodon) glaucus *Rond.* und C. lamia *Risso* eigen sind. Unter *Forskål*'s Esox belone des Rothen Meeres (ibid., p. 67) ist sicherlich nicht Esox belone *L.* der Nordsee (Belone vulgaris *Valenc.*) oder des Mittelmeeres (B. acus *Risso*), sondern wahrscheinlich ein Hemiramphus zu verstehen; ob schließlich *Forskål*'s Cyprinus leuciscus *L.* von Djedda und Lohaja (ibid., p. 71) mit einer europäischen Form thatsächlich identisch ist, läßt sich seiner kurzen Beschreibung nicht entnehmen.

Torpedo marmorata *Risso* ist nach *Olfers* (Die Gattung Torpedo. Berlin. 1831. S. 15) und nach *Henle* (Ueber Narcine. Berlin. 1834. S. 30) mit Torpedo panthera *Ehbg.* identisch. Auch *E. Rüpell* bemerkt (a. a. O.), daß der einzige, ihm bemerkbare Unterschied zwischen dem Zitterrochen des Rothen Meeres und der ihm so sehr nahestehenden gelb und weiß gefleckten Art, die das Mittelländische Meer bewohnt, darin bestehe, daß der vordere Körperrand des ersteren vor jedem Auge eine leichte Einbiegung der Spritzlöcher hat, sodaß der ganze Vorderrand des Körpers in drei Bogensegmente zerfällt. Uebrigens fehlte *Rüppell* das Vergleichsmaterial, um auf die Frage nach der Identität beider Formen näher eingehen zu können.

Bei einer blinden, kritiklosen Aneinanderreihung der Literaturangaben, durch welche erythräische Thierformen in das Mittelmeer, und mediterrane Formen in das Rothe Meer versetzt worden sind, würde sich natürlich die Zahl der in obiger Uebersichtstabelle vereinigten Species noch um ein Erhebliches vergrößern. Nehmen wir auch von *Philippi*'s Bearbeitung der *Ehrenberg*'schen Sammlung von vornherein Abstand, da das Resultat derselben (darin bestehend, daß von den 124 Conchylien und den 248 Gastropoden, welche *Hemprich* und *Ehrenberg* am Rothen Meere sammelten, 29 der ersteren und 44 der letzteren mediterrane Formen sind) nur durch eine unrichtige Fundorts-

angabe der eingelieferten Exemplare verständlich wird, so bleibt doch noch eine ziemliche Reihe diesbezüglicher Daten übrig, welche sich zwar mehr aus einer ungenauen Bestimmung der Species als aus directen Verwechslungen der Fundorte erklären dürften[1]). So haben z. B. *Woodward*, *Cazalis de Fondouce* und *Elizé Liénard* vielen mediterranen und erythräischen resp. indischoceanischen Arten solche falsche Identitätsatteste ausgestellt. Da nun aber weder *Jickeli*'s sorgfältige Studien[2]) über die von ihm am Rothen Meere selbst gesammelten Vertreter der Gattungen: Mitra, Conus, Ancillaria, Cypraea, Pleurotoma, Pyramidella, Obeliscus, Elusa, Syrnola, Orina und Rissoina, noch *Ed. v. Martens*' Bearbeitung der von *W. Peters* 1843—1847 in Mossambique[3]) und der von *K. Moebius* 1874—1875 auf einer Reise nach Mauritius gesammelten Mollusken[4]) irgendeine Species ergaben, welche sich mit Fug und Recht zugleich als eine Bewohnerin des Mittelmeeres ansprechen ließ, so wird man bei Formen beider Meere mit Iden-

[1]) *L. Vaillant* hatte (Recherches sur la faune malacologique de la baie de Suêz. Journ. de Conchyliologie. T. 13. 1865. p. 109) im Busen von Suez 87 marine Weichthiere gesammelt, unter denen ihm Fissurella costaria *Desh.* und zwei fraglich gebliebene Lima-Arten (L. squamosa *Lam.*? [vgl. Anm. auf S. 57] und L. fragilis *L.?*) mit Mittelmeerspecies identisch erschienen waren. *P. Fischer* (ibid. T. 13. p. 244) hat später gezeigt, daß die Fissurella des Rothen Meeres von der F. costaria getrennt werden muß, dieselbe als F. Vaillantii unterschieden und in dieser 1870 (ibid. T. 18. p. 167) die F. Ruppellii *Sow.* wiedererkannt.

[2]) *C. F. Jickeli*, Jahrbücher d. d. Malakozoolog. Gesellsch. Bd. 1. 1874. S. 17—54; Bd. 2. 1875. S. 43—71; Bd. 11. 1884. S. 189—217 u. S. 245—263.

[3]) *Ed. v. Martens*, Uebersicht der von *W. Peters* 1843—47 in Mossambique gesammelten Mollusken. Sitzungsb. d. k. Acad. d. Wissensch. zu Berlin. 1879. S. 727—749.

[4]) *K. Moebius*, Beiträge zur Meeresfauna der Insel Mauritius u. der Seychellen. Berlin. 1880. Mollusken bearbeitet von *Ed. v. Martens*. S. 179 bis 336.

titätserklärungen äußerst vorsichtig zu sein haben. Selbst in der von *Issel* gegebenen Uebersicht der dem Mittel- und Rothen Meere gemeinsamen Molluskenspecies mußten zwei Arten gestrichen werden: Venus verrucosa *L.* und Caecum annulatum *Brown*. Ueber Venus (Ventricula) verrucosa *L.* — nur mit Unrecht noch in der französischen Uebersetzung von *Woodward*'s bekanntem „Manual of the recent Mollusca" aus dem Jahre 1870[1]) neben den Antillen, Canaren, Australien, dem Senegal und dem Cap auch dem Rothen Meere als einheimisch überwiesen — liegen lediglich zwei hier in Betracht kommende Notizen vor, die sich aber nicht auf ein Vorkommen derselben im Rothen Meere, sondern nur auf ein solches am Cap resp. bei Mauritius beziehen. Das Vorkommen dieser Muschel am Cap wird von *Krauss*[2]) berichtet, und bezüglich des zweiten Fundortes im indischen Faunengebiete sagt *Ed. v. Martens*[3]): „Diese aus dem Mittelmeer wohl bekannte Art erhielt das Berliner Museum von *Robillard* aus Mauritius; das Exemplar stimmt nicht mit der von *Dunker* unterschiedenen, übrigens kaum standhaft verschiedenen V. nodosa aus Westafrika (Moll. v. Guinea. S. 57)". Andererseits ist Caecum annulatum *Brown* — von *Issel* (a. a. O., S. 211) bei Aden, von *Moebius* (a. a. O., S. 287) auch bei Mauritius gefunden — aus dem Mittelmeere unbekannt geblieben; im atlantischen Gebiete wurde dieser Tänioglosse nur um Westindien, an der irischen und englischen Küste angetroffen[4]). An dieser Stelle verdient auch eine Mittheilung von *Cazalis de Fondouce*[5]) erwähnt zu werden, dergemäß *Lefèvre*

[1]) *S. P. Woodward,* Manuel de la Conchyliologie. Traduction d'*Alois Humbert*. Paris. 1870. p. 58.

[2]) *F. Krauss,* Die Südafrikanischen Mollusken. Stuttgart. 1848. S. 10.

[3]) *Ed. v. Martens* in *K. Moebius*' Beiträgen etc. S. 326.

[4]) Vgl. *P. Carpenter,* Proceed. Zoolog. Soc. 1858. p. 423.

[5]) *Cazalis de Fondouce,* Recherches sur la géologie de l'Égypte d'après les travaux les plus recents etc. Montpellier et Paris. 1868. p. 50.

Cassidaria tyrrhena *Ch.*, C. echinophora *L.*, sowie auch Dolium olearium *Brug* bei Tor gefunden hat. Daß diese im Mittelmeere häufigen Gastropoden im Rothen Meere vorkommen, mag ein kundiger Zoogeograph wohl kaum noch annehmen. Dolium galea *L.* wird freilich auch von *Dufo* als auf allen Amiranten verbreitet angegeben, und Dolium olearium *Brug* ist ebenso wie das auch in Westindien vorkommende D. perdix *L.* an vielen Orten des Indischen Oceans gesammelt worden. *Ed. v. Martens*[1]), welchem ich diese Angaben entlehne, erinnert bei dieser Gelegenheit daran, daß es nicht leicht sei, über die im Gebiete des Indischen Oceans vorkommenden, den Mittelmeerarten zunächst sich anschließenden Dolium-Formen etwas Bestimmtes zu sagen. „Das Berliner Museum besitzt von sicher angegebenen Fundorten aus diesem Gebiet keine mit der des Mittelmeers ganz übereinstimmende, sondern nur eine mit merklich breiteren Rippen, aus Java von mir mitgebracht, vielleicht D. ampullaceum *Philippi* (Abbild. Bd. 3. Taf. 2. Fig. 2) und eine mit merklich längerem Gewinde, von den Querimbainseln an der Küste von Mossambique durch Prof. *Peters*, vielleicht D. amphora *Philippi* (Abbild. Bd. 3. S. 12). Eine von diesen beiden dürfte auch die von *Dufo* gemeinte sein, vielleicht auch *Bernardin St. Pierre*'s «tonne ronde»“ (*v. Martens*).

Aus seinen Bestimmungen der von *Peters* gesammelten Weichthiere zog *Ed. v. Martens* (a. a. O., S. 747) folgende Schlußfolgerung: „Mit dem Atlantischen Ocean hat die Küste von Mossambique nur sehr wenige Arten gemeinsam, einerseits solche, die im offenen Meere leben und daher weit verbreitet sind, wie Spirula (Peroni *Lam.*) und Janthina (communis *Lam.* var. roseola *Reeve*), andererseits einige überhaupt Ost- und Westindien gemeinsame Arten von Tritonium (pileare *L.* sp.) und Dolium (olearium *Brug* u. perdix *L.*). — Die von *Bianconi*

[1]) *Ed. v. Martens* in *Moebius*' Beiträgen etc. S. 264.

neben anderen Cypraeen, als bei Mossambique gefunden, aufgeführte Cypraea rufa *Lam.* ist eine im Mittelmeer lebende Art, die nicht wohl an der Ostküste Afrikas vorkommen kann.“ Wir finden aber in der von *Ed. v. Martens* gelieferten Uebersicht auch Lima squamosa *L.* (freilich als „Abart mit 16—18 Rippen, Schuppen aufrecht, doch nicht wie bei L. bullifera *Desh.* kugelig gewölbt“) von den Querimbainseln und von demselben Fundorte eine der Solemya mediterranea *Lam.* „ungemein ähnliche, aber größere, heller gefärbte und mit etwas weiter nach vorn gerückten Wirbeln“ versehene Art (S. africana *v. Martens*) verzeichnet. *v. Martens*' Bearbeitung der Mollusken der *Moebius*'schen Sammlung führte zu einem sehr ähnlichen Resultate. Dieses hat derselbe (a. a. O., S. 336) in folgenden Sätzen zusammengefaßt: „Mit dem Gebiete des Atlantischen Oceans hat das hier behandelte der ostafrikanischen Inseln 91 Arten (unter 1232) gemein; es sind das theilweise solche, welche in den tropischen und subtropischen Meeren sehr weit verbreitet sind, so zu sagen «circumtropische», wie man von circumpolaren spricht, z. B. Crepidula aculeata *Chemn.*, die vielleicht durch Schiffe, Janthina (globosa *Swainson* = J. violacea *Blainv.* u. J. exigua *Lam.*) und Spirula, welche als pelagisch durch die Meeresströmungen verbreitet werden. Auffallend ist, daß hierher auch mehrere Arten von Tritonium und Dolium gehören, bei denen ich sicher westindische und sicher ostindische nicht constant zu unterscheiden vermag, obgleich sie von einigen Autoren getrennt werden, so Tritonium pileare (= T. Martinianum *d'Orb.*; daneben fanden sich von westindischen Species bei Mauritius T. aquatile *Reeve* u. T. tuberosum *Lam.* = T. antillarum *d'Orb.* vor), Dolium perdix und D. olearium; auch D. galea aus dem Mittelmeer und aus Ostindien sind nicht wohl zu trennen. Ferner nimmt *Schwarz v. Mohrenstern* manche Rissoinen (z. B. Rissoina Chesneli *Mich.*, R. reticulata *Sow.*, R. decussata

Mont.) als gemeinsam zwischen Westindien und Mauritius an. Endlich ist Venus verrucosa zu nennen, welche vom Mittelmeer und längs der Westküste Afrikas bis zum Cap und hier noch ein Stück weit nach Osten in den Indischen Ocean verbreitet erscheint, vorausgesetzt, daß *Robillard*'s Angabe richtig ist." Das von Venus verrucosa Gesagte gilt in gleichem Maaße für Rissoina decussata *Mont.*, welche *J. Gwyn Jeffreys*[1]) im Mittelmeere antraf.

Dieses sind nicht die einzigen Beispiele, welche auf eine Identität oder wenigstens auf eine sehr nahe Verwandtschaft indischoceanischer Formen mit solchen atlantischen hinweisen, die nicht allzu entfernt von der Abzweigung[2]) des Mittelmeerbeckens im Oceane aufgefangen wurden. *R. M'Andrew* nennt uns Volvula acuminata *Brug* als eine dem Golfe von Suez wie den europäischen Meeren angehörende Gastropodenspecies. Derselbe Forscher (a. a. O., p. 437) sammelte Natica maroccana *Chemn.* und N. marmorata *H. Ad.* fide *H. Adams*, deren Vorkommen bei den Canarischen Inseln schon länger bekannt war, auch in der Bai von Suez[3]). Ferner haben nach *P. Fischer* (Journ. de Conchyliologie. T. 18. 1870. p. 175) auch Petricola typica *Jonas*, Mytilus Pharaonis *L.* und Capsa violascens *Forsk.* des Rothen Meeres in dem Meere der Antillen ihre identischen oder ihnen so verwandte Vertreter, daß „man seine ganzen

[1]) *J. Gwyn Jeffreys*, Mediterranean Mollusca. Ann. and mag. of nat. history. Ser. 4. Vol. 6. 1870. p. 78.

[2]) *Rob. M'Andrew*, Report on the Testaceous Mollusca obtained during a dredging-excursion in the Gulf of Suez in the months of February and March 1869. Ibid. Ser. 4. Vol. 6. 1870. p. 445.

[3]) *Ed. v. Martens* (*Moebius*, Beitr. z. Meeresfauna etc. S. 276) hat zwar bei Natica unifasciata *Lam.* (= maroccana var. *Phil.*) die Bemerkung eingeflochten: „Weit verbreitet im Indischen und Stillen Ocean bis zur Westküste von Amerika. Aus dem Atlantischen Ocean ist sie mir nicht mit Sicherheit bekannt, daher ich N. maroccana *Chemn.* (= marochiensis *Gm.*) noch nicht unbedingt mit ihr identificiren kann."

Kräfte aufbieten“ muß, sie von einander zu unterscheiden. Würde der Fundort ein gleicher sein, meint *Fischer*, so würde man sie nicht mehr von einander geschieden haben als die Lucina tigerina der Antillen von der L. tigerina des Indischen Meeres. — Schließlich entnehme ich noch *Quoy* und *Gaimard*'s Voyage de découvertes de l'Astrolabe (Zoologie. T. 3. Paris. 1834. p. 264—266) die Angabe, daß sich bei genauem Vergleich von Schale wie Thier zwischen der Rotella lineolata *Lam.* aus dem Mittelmeere und der des Indischen Meeres kein Unterschied zu erkennen gab [1]).

Ueber die Hydrophiden (Seeschlangen) und Cheloniaden (Seeschildkröten) des Indischen und Atlantischen Oceangebietes bin ich durch folgende Zuschrift des Herrn Dr. *Alb. Günther* informirt worden. „Wasserschlangen gibt es weder im Mittelmeere noch im Rothen Meere; sie treten erst am Persischen Meerbusen und in der Nähe Madagascars auf. Bei den Seeschildkröten hat man in Betracht zu ziehen, daß dieselben pelagische Formen sind, daß die meisten Arten eine außerordentlich weite und unregelmäßige Verbreitung haben. 1) Chelonia caouana gemein im Mittelmeer, selten im Indischen Ocean; im

[1]) Einer wohl demnächst durch die begonnene Canalisirung der Panamalandenge in's Leben tretenden systematischen Vergleichung der marinen Fauna der Ost- und Westküste von Mexico und Californien werden selbstverständlich die nämlichen Schwierigkeiten erwachsen als uns in dem vorliegenden Falle. *A. A. Gould* (Description of shells from the Gulf of California and the Pacific coasts of Mexico and California. Boston. 1853), welcher dort schon vorgearbeitet hat, nennt uns in den Meeren beiderseits von Mexico angetroffene Molluskenformen, allerdings nur eine sehr kleine Zahl, welche unter einander „so ähnlich wie nur möglich sind, und sehr gut dazu verleiten können, mehr geographische als zoologische Arten zu unterscheiden“. Solche Formen sind:

Trochus picoides ∼ Trochus pica.
Lutraria ventricosa ∼ Lutraria carinata.
Strigilla fucata ∼ Strigilla carnaria.

Rothen Meere meines Wissens noch nicht gefunden. 2) Sphargis coriacea allenthalben, aber sporadisch — nicht selten im Mittelmeere — bei den Seychellen und ohne Zweifel an der Ostküste von Afrika.“ 3) Chelonia imbricata, häufig im Rothen Meere, lebt auch im Atlantischen Ocean. — Nach *Brehm*[1]) sind von Wassersäugethieren im Rothen Meere nur die beiden, dem Mittelmeere fremden Arten: Halicore Dujong und Tursio Abusalam beobachtet worden; doch auch Balaena verirrt sich bisweilen in's Rothe[2]) wie in's Mittelmeer.

Das ersprießlichste Feld, sowohl für eine vergleichende Betrachtung der erythräischen und mediterranen Fauna, wie für das Studium der Diffusion beider Faunengebiete durch die Suezcanalanlagen liegt gegenwärtig noch unbeackert; denn bei ersterer Absicht glaube ich dasselbe in der Tiefseefauna gegeben zu sehen, bei letzterer dagegen in den wandernden Foraminiferenformen, deren Verfolgung durch den Canal allerdings eine gründliche Kenntniß sowohl der mediterranen wie auch der erythräischen Species zur Voraussetzung haben würde. Auch darf ich, um spätere Forschungen so fruchtbar als möglich werden zu lassen, eine mir von Herrn Professor *P. Ascherson* brieflich mitgetheilte Ansicht nicht verschweigen, daß voraussichtlich schon jetzt mit Glück in der maritimen Canalanlage nach Diatomeen und anderen niederen Algen zu forschen ist, und daß auf diesem Gebiete vielleicht mit am ersten der Einfluß der Canalverbindung nachweisbar wird. Zur Zeit muß ich mich noch darauf beschränken, unter Mitberücksichtigung des von *J. Gwyn Jeffreys*[3]) gegebenen Verzeichnisses der mediterranen Foraminiferen diejenigen Mittelmeerspecies dieser Protozoenabtheilung namhaft zu machen,

[1]) *A. E. Brehm*, Ergebnisse meiner Reise nach Habesch. Hamburg. 1863. S. 200—202.

[2]) *P. Forskål*, Descriptiones animalium etc. Hauniae. 1875. p. IV.

[3]) *J. Gwyn Jeffreys*, Mediterranean Mollusca, No. 3 and other Invertebrata. Ann. and mag. of nat. history. Ser. 5. Vol. 11. 1883. p. 401.

welchen *Moebius*[1]) bei Mauritius wiederbegegnet ist. Es sind folgende Arten:

Cornuspira foliacea *Ph.*
Miliolina oblonga *Mont.*
Polytrema miniaceum *Pall.*
Entosolenia marginata *Walker.*
Globigerina bulloides *d'Orb.*
Polystomella crispa *L.* (aus der Adria durch *F. E. Schulze* bekannt) var. crassa (von Mauritius).
Operculina complanata *Defrance.*

Die verwandten und die sog. äquivalenten Arten beider Faunengebiete.

Außer diesen mehr oder weniger vollständig sich deckenden Species beider Meeresgebiete sind von mehreren Forschern die immerhin nahen Verwandtschaftsverhältnisse hervorgehoben, welche noch zwischen einigen anderen erythräischen und mediterranen Formen bestehen. Der wenigen Vergleichspuncte wegen, welche für Crustaceen beider Meere vorliegen, ist das Ergebniß der *Kossmann*'schen Arbeit[2]), der gemäß Squilla massavensis *Kossm.* — die einzige der Gattung, welche überhaupt im Rothen Meere gefunden wurde — der Squilla mantis *Rond.* des Mittelmeeres wie der Sq. oratoria *de Haan* aus dem Japanischen Meere sehr nahe steht, von diesen das bei weitem Wichtigste[3]). Weiter-

[1]) *K. Moebius*, Beiträge zur Meeresfauna etc. Foraminiferen. S. 63 bis 108.

[2]) Die Unterscheidungsmerkmale der 3 Species gestatten hier keine Wiedergabe; bezüglich derselben muß auf die Originalarbeit (*R. Kossmann*, Malacostraca, a. a. O., II. Hälfte. 1. Lief. Leipzig. 1880. S. 99) verwiesen werden.

[3]) Zu Gonodactylus chiragra *Latr.* bemerkt *Ed. v. Martens* (*C. C. von der Decken*'s Reisen in Ostafrika. Bd. 3. Abth. 1. S. 103 Anm.): „*Milne Edwards* (Crustac. II. p. 528) sagt: «Cette espèce paraît habiter toutes les mers des pays chauds; le Muséum en a reçu de la Méditerranée des côtes de l'Amérique, des îles Séchelles, de Trinquemalay et de Tongatabou.» Auch *Heller* (Crustaceen des südl. Europa. 1863. S. 309 u. 310) führt sie als eine Art des Mittelmeeres an, aber ohne neuere Zeugnisse

hin fand *Pagenstecher*, daß Exemplare der Arca retusa *Lam.* von den Antillen, vom Cap und aus dem Rothen Meere unter einander gut übereinstimmen. Die Stücke von Jamaica waren diejenigen, welche der Arca Noae *L.* am nächsten treten, welche *Philippi* für Cuba wie für's Rothe Meer angab, und welche auch nach *Pagenstecher* „jedenfalls außerordentlich nahe steht". „Ich finde", sagt *Pagenstecher*, „das namentlich bei Stücken aus Spezzia; nur sind deren verticale Rippen noch gröber und nicht durch Querlinien gegittert, sondern bei guter Erhaltung schuppig. In dieser Beziehung zeigen aber auch die Stücke tropischer Meere sowie Arca Noae selbst manche Verschiedenheit."

Schließlich hat *Issel* 30 mediterrane und 30 erythräische Mollusken zusammengestellt, welche er als specifisch verschiedene, aber vielleicht von ein und demselben Ausgangspuncte stammende und deshalb als äquivalente Species betrachtet[1]).

---

oder einen bestimmten Fundort hierfür anzugeben. Alle bestimmten Fundortsangaben für diese Art, ja für die ganze Gattung Gonodactylus, liegen innerhalb des Indischen und Stillen Oceans, für die Art vom Rothen Meere und Natal bis Tahiti, für die Gattung bis Japan, Neuseeland und Chile; die Art hat also dieselbe Verbreitung wie so manche anderen Crustaceen und Meeresconchylien."

Von den im Rothen Meere sonst angetroffenen Krustern (Cirripedia) ist nach *F. Hilgendorf* (ebenda, S. 114) Chthamalus stellatus *Poli* kosmopolitisch und Verruca Stroemia *Müll.* fand sich auch in europäischen Meeren. — Unter den von *Moebius* bei Mauritius gesammelten Krebsen fand *F. Richters* (*Moebius*, Beiträge zur Meeresfauna etc. Decapoden. S. 137—169) keine Species, welche unser Interesse beanspruchen könnte.

[1]) Lohnender und aussichtsvoller für wirklich wissenschaftliche Erfolge versprechen Vergleiche zu werden, bei denen man sich nicht darauf beschränkt, zwei geographisch getrennte, nur formell sich ähnelnde Arten ohne jedwedes weitere Verständniß für die aufgefundenen Abweichungen und Aehnlichkeiten als äquivalente Species zu erklären, sondern bei welchen sämmtliche einem Genus zugetheilten Arten der einen Lokalität wie die eines zweiten faunistischen Gebietes Berücksichtigung finden. Als den ersten schwachen Versuch eines rationellen zoogeographischen Vergleichsverfahrens betrachte ich eine Notiz von *Ed. v. Martens*. „Bemerkenswerth ist", sagt

A. Issel's äquivalente Molluskenformen des Mediterranen und Erythräischen Gebietes.

Mittelmeer.	Rothes Meer.
Gastrochaena dubia *Pen.*	Gastrochaena dubia *Pen.* var.
Solecurtus strigillatus *L.*	Solecurtus strigillatus *L.* var.
Tellina exigua *Poli.*	Tellina Arsinoensis *Iss.*
T. serrata *Ren.*	T. Belcheriana *Sow.*
Tapes geographicus *Gmel.*	Tapes Deshayesii *Hanl.*
Artemis exoleta *L.*	Artemis radiata *Reeve.*
Cardium edule *L.*	Cardium isthmicum *Iss.*
C. minimum *Phil.*	C. Sueziensis *Iss.*
Cardita sulcata *Brug.*	Cardita angisulcata *Reeve.*
C. trapezia *L.*	C. variegata *Brug.*
Diplodonta rotundata *Mont.*	Diplodonta Savignyi *Vaill.*
Lucina reticulata *Poli.*	Lucina erythraea *Iss.*
Arca diluvii *Lam.*	Arca auriculata *Lam.*
A. lactea *L.*	A. lactea *L.* var. erythraea.
Modiola adriatica *Lam.*	Modiola, sp.?
Lima squamosa *Lam.*	Lima bullifera *Desh.*
Marginella minuta *Pfr.*	Marginella Sueziensis *Iss.*
M. clandestina *Brocchi.*	M. pygmaea *Iss.*
M. miliaria *L.*	M. Savignyi *Iss.*
Purpura haemastoma *L.*	Purpura, spec.?
Nassa gibbosula *L.*	Nassa circumcincta *Adams.*
N. costulata *Ren.*	N. costulata *Ren.* var. erythraea.
Cerithium vulgatum *Brug.*	Cerithium Ruppellii *Phil.*
C. conicum *Blainv.*	C. Caillaudi *Potiez u. Mich.*
Philine aperta *L.*	Philine Vaillantii *Iss.*
Ringicula buccinea *Ren.*	Ringicula acuta *Phil.*
Eulima Philippii *Weink.*	Eulima Gentilomiana *Iss.*
Neritina viridis *L.*	Neritina Fenilletii *Aud.*
Fissurella graeca *L.*	Fissurella Ruppellii *Sow.*
Chiton siculus *Gray.*	Chiton affinis *Iss.*

dieser verdienstvolle Conchyliologe (*Moebius*, Beitr. z. Meeresfauna etc. S. 306), „daß hier (Fouquets auf Mauritius) zwei Doridium-Arten, eine fleckige (D. cyaneum *v. Mart.* var. vittatum) und eine mehr einfarbige, dunkle mit Längsbändern (D. guttatum *v. Mart.*) ebenso wie im Mittelmeere (D. Meckelii *Ch.* u. D. aplysiaeforme *Phil.*) neben einander vorkommen. Sollte etwa irgend eine nähere Beziehung zwischen beiden Formen vorhanden sein?“

Zu dieser Aufstellung, welche *C. Keller* ohne jedweden Grund dazu verwerthete, seine Liste von Thieren, welche zur Quartärperiode ihre Migration aus dem Mittelländischen Meere in den Arabischen Golf vollzogen haben sollen, um 6 Arten zu vergrößern, gibt es aber wieder etwas zu bemerken. Für jene Nassa circumcincta glaubt *M'Andrew* (a. a. O., S. 431) liege ein Irrthum vor; sie finde sich nicht im Rothen Meere, sondern neben N. gibbosula[1]) an der syrischen Küste, und über Cardium isthmicum brachte *Pagenstecher* folgenden Aufschluß: „Die Rippenzahl bei den Exemplaren aus dem Rothen Meere variirt zwischen 22 und 28. Die mittleren Rippen sind mit zahlreichen Querrippchen, wie mit Schnürchen statt mit Schüppchen

[1]) *M'Andrew* wird *P. Fischer*'s Erörterungen allerdings kaum gekannt haben. „Meine Exemplare der Nassa gibbosula", sagt *P. Fischer* (Journ. de Conchyliol. T. 18. 1870. p. 173—175), „sind mit denen von den Philippinen identisch; diese Species bewohnt demnach den Indischen Ocean mit seinen Abzweigungen. *Philippi*, *Capellini*, *Payraudeau*, *Requien* und *Forbes* nennen Nassa gibbosula auch von den Küsten des Mittelmeers; *Fleischer*, *Roth* und *Weinkauff* erwähnen sie von Syrien; Herr *Louis Lartet* hat sie bei Jaffa gesammelt. In Wahrheit stellen diese abgeschliffeneren Exemplare aber eine Abart der N. gibbosula dar, welche von *A. Adams* (*Reeve*, Conch. Icon. Nr. 71) unter der Bezeichnung N. circumcincta zur neuen Species erhoben ist und nach demselben Autor ursprünglich aus dem Rothen Meere stammt. Hiernach würde N. gibbosula (wie es schon *Gmelin* ausgesprochen hat, der die beiden Fundorte angibt) beiden Meeren gemeinschaftlich zukommen."

Fischer setzt darauf die Gründe auseinander, die es *Petit de Saussaye* wahrscheinlich werden ließen, daß Nassa gibbosula gleich mehreren anderen Gastropoden (z. B. Cypraea lynx, C. caurica, C. erosa, C. annulus, C. moneta) nur ganz zufällig in's Mittelmeer gelangt sei, und weist ferner darauf hin, daß sich die Exemplare aus Syrien von den Formen aus dem obern Miocän und Pliocän Italiens kaum unterscheiden. So gelangt er schließlich zu der Anschauung, es läge der mediterranen und der indischen Art eine gemeinsame miocäne Stammform zu Grunde, welche Idee sich mit der Annahme einer zur Miocänzeit vorhandenen Verbindung zwischen Rothem und Mittelländischem Meere auch in gutem Einvernehmen befinde.

versehen; dieser Zeichnung nach steht Cardium isthmicum dem C. rugosum *Lam.* näher als dem C. edule *L.*“

Läßt man sich überhaupt erst einmal dazu hinreißen, derartigen Parallelfällen nachzuspüren, um, wie *Keller* versuchte, dieselben durch hypothetische Zuthaten gewürzt, einem bestimmten Zwecke dienstbar zu machen, so wird es kaum schwer fallen, von der Solmoneta flavescens und aureola, der Polycolpa zonaria und Forskalii aus beginnend, ein großes Heer sog. verwandter Gestalten zusammenzubringen, und die Wanderzüge der Häringe und Sardellen werden alsdann nur noch der schwache Abglanz sein von den migrirenden Legionen, welche im 2. Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung den Ptolemäer-Canal durchzogen. Inwiefern Formen zweier getrennter Meeresgebiete zusammengehören oder nicht, ob die dem Rothen und Mittelländischen Meere ähnlichen Arten ihr Prototyp in der erythräischen oder in der mediterranen Fauna finden, ob dieselben aus diesem Meere in jenes oder aus jenem in dieses übergegangen sind, läßt sich meines Erachtens nur durch directe Beobachtungen entscheiden, und wo solche unterblieben sind, ist allen Speculationen in dieser Richtung für immer der factische Untergrund entzogen. Geübte, mit eigenen Mitteln hinlänglich versehene Forscher sind deshalb auch bei der neuen Suezcanalanlage in dankenswerther Weise bemüht gewesen, daß eine so seltene Gelegenheit, die allmälige Ausartung der aus diesem in jenes, aus jenem in dieses Meer gewanderten Thiere zu beobachten, für die Wissenschaft nicht unbenutzt vorübergeht. Hoffen wir, daß das besonders von *Conrad Keller* geschürte Interesse nicht erlöschen, daß es an der Panamastraße sich mit gleicher Rüstigkeit entfalten möge! Erwarten wir aber zugleich, daß ein lediglich durch die aufopfernde Hingebung echt wissenschaftlich denkender Männer erschlossenes Gebiet nicht auch hier wieder durch jene juvenilen Vergnügungsjäger, welche von begüterten wissenschaftlichen Corporationen mit Geld und von

Ein nothwendiger Excurs.

einflußreichen Behörden mit Empfehlungen allzu reichlich versehen, zum Veröden gebracht und allen ehrlich forschenden Reisenden auf späterhin unzugänglich gemacht wird. Leider verlangen es die Umstände, auf die Größe einer solchen Gefahr hinzuweisen[1]);

[1]) Es gereicht mir zur vollen Befriedigung zu bemerken, daß meine oben skizzirte Ansicht sich in vollem Einvernehmen befindet mit den Auseinandersetzungen, welche wir dem verdienstvollen Geographen, dem erfahrensten Sudanforscher, dem charakterfesten und umsichtigsten aller Gouverneure, die das Aegypterland je gesehen, zu verdanken haben. In seinem classisch gewordenen Werke „Ostafrikanische Studien" (2. Ausgabe. Basel. 1883. S. 16 u. 17) äußert *Werner Munzinger:* „Stellen wir uns ein Land vor, womit Europa keinen officiellen Verkehr hat, wie es z. B. mit Abessinien fast bis auf den heutigen Tag der Fall ist. Der Fremde kommt ohne alle Ansprüche an; er weiß, daß seine Sicherheit von dem guten Willen der Eingeborenen abhängt; er wird also alle Vorsicht, alle Bescheidenheit aufbieten, um sich beliebt zu machen. Die Landeseingeborenen, die, so wild sie auch sein mögen, einen friedlichen Charakter immer zu schätzen wissen, werden den hülflosen Fremden als Gast edelmüthig aufnehmen; mit einem klugen rücksichtsvollen Benehmen wird er sich immer gut befinden. Wenn durch Zufall einmal in hundert Jahren ein Unglück vorkommt, was einem in Europa ja auch zustoßen kann, so fällt es doch nur auf die einzelne Person ohne Zusammenhang mit seiner Brüderschaft in Europa. Deswegen sehen wir die Armenier und Griechen, die gewöhnlich sehr wenig Protection genießen, allenthalben gut aufgenommen und geschätzt, da sie keine falsche Ansprüche machen; sie werden allmälig wie Landeskinder angesehen, des Landrechtes theilhaftig und je nach ihrem Betragen gut oder schlecht behandelt."

„Wie verschieden ist die Stellung des protegirten Europäers. Er weiß, daß Consuln expreß für seinen Schutz dahingestellt sind, er glaubt sich sicher, da er seine Nation hinter sich fühlt. Er vernachlässigt die Freundschaft der Eingeborenen, die ihm unnütz scheint; er wird stolz und rücksichtslos. Der Eingeborene seinerseits wird ihn stets als Fremdling mißtrauisch anschauen, und da er schnell den Unterschied zwischen Consul und Unterthan begreift, den letztern eher verächtlich behandeln; das Gastrecht, das er ja selbst nicht in Anspruch genommen, wird nie auf ihn angewendet. Seine Sicherheit hängt einzig und allein von dem Ansehen seines Consuls ab; stößt ihm ein Unglück zu, so fällt die Schande solidarisch auf die ganze Colonie; in Folge der Stellvertretung werden alle, einer für den andern verantwortlich; bleibt er ungerächt, so ist die ganze Colonie preisgestellt, da ihre Sicherheit von der Macht ihres Vaterlandes abhängt."

ist doch der Eine oder der Andere — vielleicht sich erinnernd an die Worte *Oscar Peschel*'s (1865): „Wo hohe Aufgaben nur durch die Kräfte eines Staates gelöst werden können, da zeigt die deutsche Geschichte nichts als eine Reihe versäumter Gelegenheiten", oder an die Darlegung *A. Petermann*'s, der gemäß vier erfolgreiche Afrikareisen von der bescheidenen Sammlung ausgerüstet und bestritten werden konnten, welche 1860 bei Gelegenheit der ersten Expedition *Th. von Heuglin*'s veranlaßt wurde, wogegen *D. Livingstone* von der englischen Regierung in einem einzigen Jahre über 210.000 Mk. erhielt — noch immer von der Idee umnachtet, daß eine mit reichen Mitteln ausgestattete Academie der Wissenschaften erfolgreich die Hand hätte bieten können, um die durch den Suezcanal sich vollziehende Diffusion der Faunen beider Meere genau zu überwachen. Die Geschichte lehrt nur zu klar, daß bei solchen von *Keller* gewünschten Expeditionen für die Wissenschaft nicht nur nichts den aufgewendeten Kosten Entsprechendes herausgekommen ist, sondern daß im Gegentheil dadurch mancher mühsame Erwerb gänzlich wieder zu Grunde gerichtet wurde. Die traurige Erfahrung, welche ich gemacht habe, daß außerdeutsche wissenschaftliche Institute, welche zum Theil nicht ohne meine Mitwirkung auch deutschen Gelehrten in ausgedehnterer Weise geöffnet wurden, durch ein nicht nur unreifes, sondern auch geradezu höchst unpassendes Betragen solcher, von der deutschen Nation subventionirter Voyageurs für uns Ausländer jetzt schwer oder völlig unzugänglich geworden sind, kann und darf ich den maßgebenden Kreisen und hohen Behörden des Deutschen Reiches nicht verschweigen. Es liegt mir völlig fern, dagegen anzueifern, daß alterprobte und gediegene Naturforscher auf ihren Reisen vom Staate unterstützt werden. Meine Anklage richtet sich hier nur gegen die Aussendung von echten Sportrittern, welche aller Welt- und Menschenkenntniß bar überdies mit wissenschaftlichen Arbeiten

unvertraut sind, und die man sich ihre Sporen wahrlich besser aus eigenem Antriebe und durch eigene Kraft erst verdienen lassen sollte! Ein Jeder, welcher die gegenwärtigen Verhältnisse durchschaut, wird freilich die anfangs so überraschenden Mißerfolge unserer wissenschaftlichen Genossenschaften vollkommen begreiflich finden. Doch zurück auf den erfreulicheren Boden unablässigen Forschens!

Vergleichbarkeit der marinen Localitäten diesseits u. jenseits des modernen Canals.

Im Allgemeinen zutreffend bemerkt *Pagenstecher* (a. a. O., S. 7): „In dem Mittelmeergebiete sind die ägyptischen und syrischen Küsten nicht reich an Conchylien. Der Nil macht seine Einwirkung mit Besonderheiten des Wassers und des Meeresgrundes bei Port Said geltend, welche dem Rothen Meere außerordentlich fremd sind. Man sieht das schon an der Proportion der Muscheln und Schnecken. In der Liste von *Saussaye* hat Port Said nur 5 Schnecken, nämlich einen Murex, zwei Nassa, zwei Cerithium, welche alle auch Lieblingsgattungen des Rothen Meeres sind, aber 10 Muscheln. Suez dagegen hat auf 15 Schnecken nur 4 Muscheln. Die Abnahme der Relation der Muscheln drückt sich also aus mit 7.5 : 1. Port Said hat eine Schlammfauna, Suez eine solche, welche auf Korallenbänken und Korallensand gedeiht. Für die Frage des Uebertritts der Mollusken durch den Canal mußten gerade diese beiden Plätze verglichen werden, für den Vergleich zwischen Rothem Meer und Mittelmeer waren sie unzureichend."

Diese richtigen Gedanken hatten zuerst 1864 *Léon Vaillant* und *Petit de la Saussaye* bei ihrem Sammeln geleitet. Von dieser Zeit ab sehen wir alle späteren Sammler, *Issel*, *M'Andrew*, *T. Fuchs* das nämliche Princip befolgen; dieses ist unter Anderen auch von Letzterem in zwei Tabellen zum Ausdruck gebracht, von welchen uns die eine die am Strande bei Port Said, die andere die am Strande bei Suez gesammelten Molluskenarten vorführt. Ich kenne die Fauna von Port Said aus eigener An-

schauung nicht und gebe deshalb von beiden *Fuchs*'schen Verzeichnissen nur die Suez betreffende mit einigen, sich auf eigene Funde gründenden Zusätzen, die Port Said betreffende [1]) dagegen ganz dem Originale entsprechend wieder.

Mediterrane Molluskenfauna am Strande von Port Said.

Cassis sulcosa *Brug.*
Dolium galea *L.*
Buccinum mutabile *L.*
„ variabile *Phil.*
Murex trunculus *L.*
„ brandaris *L.*
Cerithium conicum *Brug.*
Natica olla *Serres.*
Solen vagina *L.*
Tellina planata *L.*
Tellina depressa *Gm.*
Donax venusta *Poli.*
Venus gallina *L.*
Mactra stultorum *Lam.*
Cardium tuberculatum *Lam.*
„ edule *L.*
Pectunculus pilosus *L.*
Ostrea edulis *L.*
Anomia ephippium *L.*

[1]) Als Ergänzung zu dem *Fuchs*'schen Verzeichnisse der Fauna am Strande von Port Said mögen hier auch die von *Issel* (a. a. O., p. 34 nota 1) im Menzalehsee gesammelten Molluskenarten aufgeführt werden. Es sind folgende:

Murex trunculus *L.*
Nassa gibbosula *L.*
N. reticulata *L.*
N. reticulata *L.* var.
N. mutabilis *L.*
Cassis undulata *L.*
Columbella rustica *L.*
Natica olla *Serres.*
Pirenella mamillata *Risso.*
Monodonta corallina *L.*
Hydrobia sp.
Fissurella costaria *Desh.*
Patella coerulea *L.*
Dentalium dentalis *L.*
Bulla striata *Brug.*
Syndosmia ovata *Phil.*
Tellina planata *L.*
T. costae *Phil.*
Donax semistriata *Poli.*
D. trunculus *L.*
Tapes decussatus *L.*
Lucina reticulata *Poli.*
Mactra stultorum *L.*
Cardium ciliare *Gm.*
C. edule *L.*
Venus striatula *Don.*
V. virginea *Gm.*
Pectunculus violacescens *L.*
P. pilosus *L.*
Ostrea cristata *Gm.*
Spondylus gaederopus *L.*
Cardita sulcata *Brug.*

Erythräische Molluskenfauna am Strande der Bai von Suez.

(Ein weit ausführlicheres Verzeichniß der in der Bai von Suez angetroffenen Molluskenarten findet sich bei *R. M'Andrew*, Ann. and mag. of nat. hist. Ser. 4. Vol. 6. 1870. p. 429—450.)

Oliva inflata *Lam.*
Ancillaria Cinnamomum *Lam.*
Strombus tricornis *Lam.*
Murex crassispina *Lam.*
„ anguliferus *Lam.*
Fusus marmoratus *Phil.*
Pyrula paradisiaca *Mart.*
Pleurotoma flavidula *Lam.* cf.
Cerithium tuberosum *Fabr.*
„ scabridum *Phil.*
„ Ruppellii *Phil.*
„ coeruleum *Sow.*
„ conicum *Blainv.*
Trochus erythraeus *Bron.*
Turbo radiatus *Gm.*
Tectus dentatus *Forsk.*
Textaria armata *Iss.*
Modulus aegypticus *Chemn.*
Phasianella jaspidea *Reeve.*
Stomatia dupplicata *Sow.*
Stomatella planulata *Sow.* cf.
Nerita Yoldii *Recl.*
Fissurella Ruppellii, *Sow.*
„ Sieboldi *Reeve* cf.
Psammotella Ruppelliana *Reeve.*
Mactra olorina *Phil.*
Cytherea florida *Lam.*
Cytherea festiva *Desh.*
Circe pectinata *L.*
„ scripta *L.*
Cardium retusum *L.*
„ edule *L.*
„ tenuicostatum *Lam.*
Chama Ruppellii *Reeve.*
„ Corbieri *Jonas.*
Cardita gubernaculum *Reeve.*
Pectunculus pectiniformis *Lam.*
Arca fusca *Lam.*
„ tortuosa *L.*
„ retusa *Lam.*
Anomalocardia Ehrenbergi *Dunk.*
Limopsis multistriata *Forsk.*
Mytilus variabilis *Krauss.*
Tridacna squamosa *Lam.*
Spondylus aculeatus *Chemn.*
Plicatula ramosa *Lam.*
Lima paucicosta *Sow.*
Vola filosa *Reeve.*
Pecten lividus *Lam.*
„ sanguineus *Sow.*
„ australis *Sow.*
„ plica *L.*
Ostraea Forskalii *Chemn.*

Die wandernden Formen der heutigen Suezcanalanlage.

Ziehen wir die Localfaunen von Port Said und Suez in Berücksichtigung bei dem nun folgenden Migrationsschema, welches uns sowohl die erythräischen wie die mediterranen Species, die nach und nach von der Canalanlage Besitz ergriffen haben, vorführt, so fallen besonders zwei Thatsachen auf. 1. scheint, wie

Ed. von Martens[1]) zuerst hervorgehoben hat, Mytilus edulis an der ägyptischen Mittelmeerküste zu fehlen. *Issel* (vgl. S. 75, Anm.) zählt 32 Molluskenspecies auf, welche von ihm im Menzalehsee gesammelt wurden, unter diesen vermissen wir Mytilus edulis; weder *Fuchs* noch *O. Schneider*[2]) beobachteten ihn daselbst, während Mytilus variabilis in dem nördlichen Theile des Rothen Meeres sehr häufig ist und dort schon vor vielen Jahren von *R. M'Andrew* (Februar u. März 1869; a. a. O., S. 448) an Ort und Stelle, von *Ed. von Martens*' Vater in Algen, welche *Schimper* bei Suez und Tôr gesammelt hatte, gefunden war. So wird es verständlich, daß bei der im Canale so rapide erfolgten Ausbreitung des Mytilus variabilis jede Concurrenz seitens der mediterranen Mytilusform unterblieb, während Cerithien und Mactra-Arten aus beiden Meeren sich daselbst vertragen lernen mußten. *Keller* (a. a. O., S. 25) ist gewillt, die Kleinheit des Mytilus variabilis in den Bitterseen auf den hohen Salzgehalt des Wassers zu beziehen; kann es, da alles hier doch nur junge Brut ist, aber überraschen, wenn wir in diesen die Exemplare nur halb so groß als im Rothen Meere finden? Uebrigens begegnete ich bei Fayed schon ganz ansehnlichen Thieren, bei denen die Schalenlänge über 4 ctm., die Schalenbreite über 1.5 ctm. und die Schalenhöhe 1.7—1.9 ctm. betrug. 2. Aus dem Vorhandensein fossiler Schalen von Cardium edule in den Ablagerungen des Isthmus schloß *Keller* (a. a. O., S. 23), daß diese Muschel schon zur Quartärzeit den Isthmus passirt habe. Dieselbe soll in ihrer Verbreitung auf den nördlichen Theil des Rothen Meeres beschränkt geblieben sein, dessen südlicheren Breiten fehlen. „Aber auch in der Umgegend von Suez ist es

[1]) *Ed. von Martens*, Conchylien aus dem Suezcanal. Berichte d. Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin. No. 6. Sitzung vom 21. Juni 1887. S. 94.

[2]) *O. Schneider*, Sitzungsber. d. naturwiss. Gesellsch. Isis in Dresden. Bd. 2. 1871.

keine sehr häufige Art und daraus erklärt es sich, daß die Bitterseen nur vom Mittelmeere aus mit dieser Muschel bevölkert wurden[1]." Im südlichsten Stücke des Canals soll Cardium edule zu Anfang des Jahres 1882 noch gefehlt haben; im großen Bitterseebassin bei Fayed traf ich davon erhebliche Mengen an.

---

[1]) Dem von *Keller* gemachten Erklärungsversuche liegen positiv unrichtige Vorstellungen zu Grunde, über die er sich durch *P. Fischer*'s Abhandlung leicht hätte belehren lassen können. *P. Fischer* (Journal de Conchyliologie. T. 18. 1870. S. 172 u. 173) sagt: „Cardium edule ist die einzige Mittelmeerspecies, welche sich an den Ufern der Bitterseen neben den häufigsten Molluskenarten des Rothen Meeres eingebürgert hat. Es findet sich hier an der Erdoberfläche, einerseits zwischen den Bitterseen und Suez, andererseits in den recenten Ablagerungen des Menzalehsees wie auch zwischen dem Menzalehsee und El Kantara. Es ist gemein am Strande von Port-Said, und wenig entfernt vom Rothen Meere, noch in Suez, findet man es in einem halbfossilen Zustande; daneben aber keine zweite Mittelmeerspecies. Das recente Vorkommen von C. edule auf der ganzen Länge des Isthmus ist damit erwiesen; nur diese Muschel hat die salzigen Seen zwischen dem Mittelmeere und den eigentlichen Bitterseen inne gehabt. Es walten hier eben die nämlichen Verhältnisse ob als an mehreren Stellen in der großen Einsenkung der Sahara; C. edule hat noch an Plätzen leben können, wo es kein anderer Repräsentant der Mittelmeerfauna mehr aushielt. Noch heute wächst und vermehrt es sich in den entlegensten Zipfeln des Asow'schen Meeres; es lebt im Caspisee, im Aral- wie in der Ostsee. Die Salzseen der Sahara sind wie der Menzaleh- und Aralsee mit caspischen Molluskenarten, jedoch nur sehr spärlich bevölkert gewesen; nur das unvermeidliche C. edule trifft man darin an, welches abgeschlossen von allen europäischen Meeren hier ruhig weiterlebt."

„Die Verschiedenartigkeit der Faunen des Mittelländischen und des Rothen Meeres wird noch dadurch accentuirt, daß C. edule zwar bis zum Rothen Meere hin vorgedrungen ist — man findet es ja in den recenten Ablagerungen von Suez — sich aber dort nicht hat acclimatisiren können. Heutzutage findet sich C. edule an keiner Stelle der Bai von Suez; denn es ist gewiß, daß, wenn es dort vorkommen würde, sich dasselbe als Uferbewohner, durch seine große Vermehrungsfähigkeit wie durch seine Ernährungsweise sofort dem Sammler verrathen hätte."

Die seit Eröffnung der maritimen Suezcanalanlage zur Beobachtung gekommenen Wanderungen von Thieren aus dem Mittelländischen in's Rothe Meer und umgekehrt.[1])

Der Darstellungsweise *Ed. v. Martens'* folgend, sind auf der Tabelle die Beobachtungen derart gruppirt, daß die Namen der aus dem Mittelmeer eingewanderten Arten links, derjenigen aus dem Rothen Meere rechts stehen und in den, den Abtheilungen des Canals entsprechenden Columnen die einzelnen Beobachtungen durch die Anfangsbuchstaben der Sammler eingetragen sind:

F = *Th. Fuchs*, April 1876.
K = *C. Keller*, zu Anfang des Jahres 1882.
G = *C. Gottsche*, December 1881, u. *Pastor*, Juni 1882.
Kbg = *Krukenberg*, December 1886 (Bittersee) u. Februar 1887 (Timsahsee).

Cölenteraten im Suezcanal.

Aus dem Mittelmeer.	Hafen von Port Said.	Menzaleh-See.	Vor El Kantara.	Ballah-See.	Zwischen Ballah- u. Timsah-See.	Timsah-See.	Großer Bitter-see.	Südlichster Theil des Canals.	Aus dem Rothen Meer.
						Kbg K	—	—	Cassiopea andromeda *Forsk.*

Mollusken im Suezcanal.

a. Gastropoden.

							K	*K*	Murex crassispina *Lam.*
							K	*K*	Fusus marmoratus *Phil.*

[1]) Bewährte, anerkannte Autoritäten für die Fauna des Rothen Meeres haben sich bereitwilligst der großen Mühe unterzogen, die Bestimmung der von mir in dem Bitter- und Timsahsee gesammelten Species auszuführen. So wurden die Mollusken von Herrn Professor *Ed. von Martens*, die Crustaceen von Herrn Dr. *Hilgendorf* und die Fische von Herrn Professor Dr. *Klunzinger* bestimmt; ich vermag diesen Gelehrten für ihre Liebenswürdigkeiten nicht genugsam zu danken. — Die von mir gesammelten Wirbellosen sind dem K. Zoologischen Museum zu Berlin, die Fische dem K. Naturaliencabinet zu Stuttgart einverleibt; einige Exemplare befinden sich noch in meinen Händen.

Aus dem Mittelmeer.	Hafen von Port Said.	Menzaleh-See.	Vor El Kantara.	Ballah-See.	Zwischen Ballah- u. Timsah-See.	Timsah-See.	Großer Bitter-see.	Südlichster Theil des Canals.	Aus dem Rothen Meer.
Nassa neritea *L.*	—	—	—	—	*G*				
							K	*K*	Strombus tricornis *Lam.*
Cerithium vulgatum *Brug.*	—	—	—	—	*G*	*Kbg*			
			F	—	—	*F*	*Kbg*	*F*	Cerithium scabridum *Phil.*
Cerithium conicum *Blv.* (mamillatum *Phil.*)	—	*K*	—	*K*	*K*	*F Kbg*	*K?*	*F? K?*	
					G	—	*Kbg*	—	Cerithium Caillaudi *P. M.*
								K	Turbo (spec.?)
							K	*K*	Trochus Pharaonis *L.*
								K	Fissurella (Ruppellii *Sow.?*)
b. Lamellibranchiaten.									
?Ostrea bicolor.	—	—	—	—	—	*K*			
					G	—	*K*	*K*	Ostrea Forskalii *Chemn.*
							K	*K*	Meleagrina margaritifera *L.*
	F	—	*F*	—	*G*	*F K Kbg*	*K Kbg*	—	Mytilus variabilis *Krauss.*
							K	—	Arca (spec.?)
							K	*K*	Chama Corbieri *Jonas.*

Aus dem Mittelmeer.	Hafen von Port Said.	Menzaleh-See.	Vor El Kantara.	Ballah-See.	Zwischen Ballah- u. Timsah-See.	Timsah-See.	Großer Bitter-see.	Südlichster Theil des Canals.	Aus dem Rothen Meer.
Cardium edule *L.*	—	—	—	—	*G*	*F Kbg*	*K Kbg*		
						Kbg	—	—	Cardium tenuicostatum *Lam.*
							K	*K*	Circe pectinata *L.*
Tapes decussatus *L.*	—	—	—	—	*G*				
Mactra stultorum *L.*	—	—	—	—	*G*				
			F	—	*K G*	*F Kbg*	*Kbg*	—	Mactra olorina *Phil.*
							Kbg	—	Psammobia rosea *Gm.* (P. Ruppelliana *Reeve.*)
Solen marginatus *Pult.* (vagina auct.)	—	—	—	—	*G*	*K*			
					K	—	—	—	Anatina subrostrata *Lam.*
Pholas candida *L.*	—	—	—	—	*K*				
8 (?9)	8+1	8+1	8+3	8+3	8+6	4+7	2+16	1?+18	18

Krebse im Suezcanal.

Aus dem Mittelmeer.	Menzaleh-See.	Ballah-See.	Timsah-See.	Bitterseen.	Südlichster Theil des Canals und Rothes Meer.	Aus dem Rothen Meer.
Balanus miser *Lam.*	—	—	*Kbg*	*K Kbg*	*K*	
				Kbg	—	Lupa pelagica *Leach.*
				Kbg	—	Pilumnus Vauquelii *Aud.*
Sphaeroma serratum *Fabr.*	—	—	*K*			

Aus dem Mittelmeer.	Menzaleh-See.	Ballah-See.	Timsah-See.	Bitterseen.	Südlichster Theil des Canals u. Rothes Meer.	Aus dem Rothen Meer.
			Fische im Suezcanal.			
Labrax lupus *Cuv.*	—	—	*K Kbg*	—	*K*	
			K Kbg	—	—	Pristipoma stridens *Forsk.*
Sciaena aquila *Cuv.*	—	—	*Kbg*			
Umbrina cirrhosa *L.*	*K*	—	*K Kbg*	—	*K*	
			Kbg	*K*	*K*	Crenidens Forskalii *C. V.*
			K	—	—	Caranx sansun *Rüpp.*
					K	Caranx macrophthalmus *Rüpp.*
			K Kbg	—	—	Mugil oëur *Forsk.*
Atherina presbyter *Cuv.*	—	—	*Kbg*			
					K	Platycephalus insidiator *Bl.*
				Kbg	—	Blennius cyclops *Rüpp.* (Bl. semifasciatus *Rüpp.*)
Solea vulgaris *L.*	—	—	*K Kbg*	—	*K*	
					K	Clupea quadrimaculata *Rüpp.*
			K (Ein todtes Expl.!)	—	—	Cheilinus quinquecinctus *Rüpp.*
					K	Ostracion cubicus *L.*
5	5 + 0	5 + 0	5 + 5	3 + 6	3 + 10	10

Bemerkungen zu einzelnen Arten.

Cassiopea andromeda *Forsk.* Vergl. S. 88. *C. Keller,* dem ich Anfang April 1887 von Triest aus meinen Befund mittheilte, hat inzwischen (Reisebilder aus Ostafrika u. Madagaskar. Leipzig. 1887. S. 25 u. 29) über das auch von ihm beobachtete Vorkommen der Cassiopea andromeda „am Eingange des Canals in den Timsahsee" (während ich sie dagegen an dem vom Canale am entferntesten gelegenen, abgesackten südwestlichen Zipfel dieses Sees in großen Mengen angetroffen hatte) bereits berichtet.

Die in dieser Schrift (S. 27) von *Keller* gemachte Angabe, daß „der hohe Salzgehalt im Canal Jahr für Jahr zurückgehe", ist eine unrichtige, wie sich beim Vergleich meiner Wasseranalysen mit den 10 Jahre älteren unabweislich herausstellt.

Murex crassispina *Lam.* ist eine der häufigsten Arten im südlichen Theile des Canals *(Keller)*.

Fusus marmoratus *Phil.* ist daselbst ebenfalls häufig *(Keller)*; man fand die Species auch bei Australien (cf. *M'Andrew*, a. a. O., S. 433).

Strombus tricornis *Lam.* Eine der allerhäufigsten Arten, welche sich im Canal bis zu den Bitterseen acclimatisirt haben. Strombus tricornis scheint einen weiten Verbreitungsbezirk zu besitzen; er fand sich bei den Philippinen, und auch von Westindien wird sein Vorkommen berichtet (vgl. *M'Andrew*, a. a. O., S. 440).

Die Cerithien. Nach einer Bemerkung von *Ed. v. Martens* (a. a. O., S. 91) ist anzunehmen, daß *Fuchs* wie *Keller* Cerithium conicum *Blv.* und C. Caillaudi *P. & M.* nicht geschieden haben und so Ersteres schon bis in den südlichsten Theil der Canalanlage gelangt sein lassen. — *E. v. Martens* bezweifelt, daß von *Fuchs* angegeben sei, Cerithium scabridum und Mactra olorina hätten schon El Kantara überschritten; das läßt sich aber nicht wohl in Abrede stellen. Die vermißte Angabe findet sich bei *Fuchs*, a. a. O., S. 38 unten.

Turbo (spec.?). *Keller* fand davon beim Kilometer 150 bis 153 mehrere Stücke (ob lebend?).

Trochus (Monodonta) Pharaonis *L.* ist häufig bis zu den Bitterseen *(Keller)*.

Fissurella (Ruppellii *Sow.*) nach *Keller* nicht gerade häufig im südlichen Canalbezirke.

Ostrea (bicolor?) nicht selten im Timsahsee *(Keller)*.

O. Forskalii *Chemn.* ist außerordentlich häufig im südlichen Theile des Canals *(Keller)*.

Meleagrina margaritifera *L.* bevölkert nach *Keller* in größerer Zahl die tieferen Canalstellen südlich von dem Bittersee, wo die jungen Exemplare dickschaliger als im Rothen Meere sind. M. margaritifera läßt sich den kosmopolitischen Arten beizählen, da sie auch im Mexicanischen Meerbusen vorkommt, und ihr Erscheinen im Mittelmeere dürfte am wenigsten lange auf sich warten lassen.

Mytilus variabilis *Krauß*. Vergl. S. 77.

Chama (Corbieri *Jonas*) häufig im südlichsten Canalstück *(Keller)*.

Cardium edule *L.* Bei *P. Fischer* (Journ. de Conchyliologie. T. 18. 1870. p. 173 note 1) finden wir die Notiz: „C. edule ist sofort in den maritimen Canal eingedrungen, aber der Zufluß des süßen Canalwassers zu

dem Meerwasser hat es hier rasch getödtet; ebenso erging es den vom Mittelmeere aus einwandernden Balaniden."

Cardium tenuicostatum *Lam.* Wie schon Prof. *v. Martens* bemerkte, ist diese Species von mir nur in Einem Exemplare, aber im lebenden Zustande aufgefunden. „Das Exemplar ist ansehnlich groß, 45 mm hoch, 51 mm lang und 31 mm im Durchmesser."

Circe pectinata *L.* Eine der gemeinsten Arten beim Kilometer 152 und auch bei Schaluf gefunden *(Keller).*

Psammobia rosea *Gm.* (Psammotella Ruppelliana *Reeve*) von mir massenweise im Bittersee bei Fayed angetroffen.

Solen marginatus *Pult.* Vgl. S. 87. Herr Dr. *Keller* schreibt mir, daß auch ihm ein zufälliger Import dieser Muschel nicht ausgeschlossen scheint; zwar fand er eine Schale mit todtem Thier etwa $1^1/_2$ Kilom. südlich von Ismailia, doch könnte dieses Exemplar immerhin durch die Fischer aus Arabisch-Ismailia nach dort gelangt sein.

Anatina subrostrata *Lam.* Von *Keller* lebend gefunden in dem Canalstücke, welches die Schwelle von Guisr durchschneidet.

Pholas candida *L.* lebt nach *Keller* zu Tausenden in der äußeren Zone des Canals; die äußersten Vorposten fand er in dem Canalstücke, welches El Guisr (ca. 1 Kilom. von der vicekönigl. Villa entfernt) durchschneidet.

Lupa pelagica *Leach.* Nur ein einziges, aber lebendes und großes Exemplar wurde von mir im Bittersee bei Fayed gefangen.

Pilumnus Vauquelii *And.* Vgl. S. 85 Anm. 1.

Sphaeroma serratum *Fabr.* lebt nach *Keller* im Timsahsee unter Steinen zu Tausenden.

Blennius cyclops *Rüpp.*, von Herrn Dr. *Hilgendorf* bestimmt, wird von Herrn Prof. *Klunzinger* für Blennius tentacularis *B.* gehalten, und deshalb sind in dem Verzeichnisse von Herrn Prof. *v. Martens* beide Species mit Unrecht nebeneinander aufgeführt. Herr Prof. *Klunzinger* schrieb mir kurz darauf: „Was mich wesentlich bestimmte und noch bestimmt, das Fischchen für Bl. tentacularis aus dem Mittelmeer zu halten, ist eine für Bl. tentacularis angegebene charakteristische Zeichnung: mehrere dunkle, mit der Spitze nach hinten gerichtete Winkelstreifen an der Kehlgegend, was bei keiner Beschreibung von Bl. cyclops resp. semifasciatus irgendwie erwähnt wird. Im Uebrigen ist Bl. cyclops nach Form und Farbe sehr ähnlich dem Bl. tentacularis, und es ist eine besondere Differentialdiagnose nöthig. Die etwas geringere Zahl der Strahlen in Rücken- und Afterflosse würde, was allerdings verdächtig ist, mehr mit Bl. cyclops stimmen, aber das allein genügt nicht." Da der fragliche Blennius von mir ausschließlich in der Uferzone des Großen Bittersee-

bassins angetroffen wurde, hier sich aber von jedem, aus dem Wasser gezogenen Baumaste mehrere Individuen ablesen ließen, im Timsahsee ich keinem einzigen Exemplare begegnete, so habe ich geglaubt, den Fisch bei der bestehenden Ungewißheit in obiger Tabelle als einen Einwanderer aus dem Rothen Meere und dem entsprechend als B. cyclops aufführen zu sollen. Damit ist meinerseits aber keine weitere Entscheidung getroffen! Uebrigens habe ich auch nicht unterlassen, 6 Exemplare nach London an Herrn Dr. *Alb. Günther* zu schicken und ihn um sein schätzenswerthes Urtheil zu ersuchen. Als Vergleichsobject fehlte dem Britischen Museum leider B. cyclops *Rüpp.*, doch stimmten nach gütiger Mittheilung von Herrn Dr. *G. A. Boulenger*, welcher die Prüfung vornahm, die Charaktere der von mir eingesandten Exemplare so gut zu denen des B. tentacularis (von der Küste Dalmatiens), daß unser Blennius nicht als eine verschiedene Art davon zu trennen ist. Herr Dr. *Boulenger* entschied sich demnach zu Gunsten der Ansicht von Herrn Prof. Dr. *Klunzinger*.

Solea vulgaris *L.* wird zwar schon von *Forskål* (a. a. O., p. XV) als in Arabien beobachtet aufgeführt.

Ostracion cubicus *L.* ist nach *Keller* wiederholt im Suezcanale gefangen, so bei Schaluf und beim Kilometer 152.

Den in der Tabelle aufgeführten Formen[1]) werden sich voraussichtlich später noch einige andere anschließen lassen, deren Ausgangsstelle zur Zeit unbekannt ist. Das gilt für die beiden von *Keller* entdeckten Spongien: Amorphina isthmica und Lessepsia violacea. Von ersterer Art sah *Keller* nur wenige Exemplare an dem nördlichen Ufer des Timsahsees, und er vermuthet, daß das Mittelmeer die ursprüngliche Heimath dieses

[1]) Der unterlassenen Speciesdiagnose wegen entziehen sich mehrere andere in den Suezcanalanlagen angetroffene Arten einer Einreihung in obige Uebersichtstabelle. So wird von *Keller* angegeben, daß sich unter Steinen in der Uferzone des Timsahsees eine freilebende Nematodenform, Enoplus, zu Tausenden finde; auch fanden sich in diesem See eine wahrscheinlich aus dem Mittelmeer stammende Sabella, ein Gammarus und „eine kleine Krabbe“; wie mir scheint, ist unter letzterer Pilumnus Vauquelii *And.* zu verstehen. Meeresscolopender (Nereis) sollen nach *Keller* im Suezcanale fast überall anzutreffen sein und sich daselbst aus Sandstücken und Schleim eine röhrenartige Hülle kitten. Im Bittersee bei Fayed fing ich mehrere kleine Gobius, welche, da die Schuppen beim Transporte ausfielen, ebenfalls nicht zu specificiren waren.

Schwammes ist. Lessepsia violacea zeigte sich auch im Timsahsee häufiger als im Canale; ich fand sie im großen Bitterseebassin ebenso zahlreich als im Timsahsee, und es ist *Keller* nicht unwahrscheinlich, daß diese Species die Bitterseen, die brackischen Pfützen und Tümpel schon vor der Eröffnung des Suezcanales bewohnte, möglicherweise also im Alterthum durch die Schiffe in die Bitterseen verschleppt wurde. Bei meiner Anwesenheit in Ismailia fing man allabendlich im Timsahsee auch ansehnliche Mengen eines fingerlangen Penaeus; leider geriethen die mitgenommenen Exemplare mit den hartschaligen Conchylien zusammen in ein Glas und wurden durch diese während des Transportes so arg beschädigt, daß eine detaillirte Speciesdiagnose zu geben unmöglich wurde. Bezüglich dieses Penaeus schrieb mir Herr Dr. *Hilgendorf*, derselbe sei vielleicht eine unbeschriebene Art, die er aber schon nach einem schlechten Exemplare in *Peters*' Crustaceen geschildert habe, also etwa Penaeus sp. prope affinem *Miers*. Außerdem habe ich noch zu erwähnen, daß *Keller* in Port Tewfik bei Suez (im kleinen Hafen für die Schiffsarmerie, wo die Baggerschiffe stationirt sind) 3 Exemplare von Ciona (Ascidia) intestinalis *L.* antraf und in der Nähe des Hafendammes zwischen Suez und Port Tewfik einer Cynthia begegnete, welche ihm von C. mikrocosmus *Cuv.* specifisch nicht verschieden zu sein scheint. Es darf wohl angenommen werden, daß die Ascidien durch die Schiffe aus dem Bereiche des Mittelmeeres in das des Rothen Meeres gelangt sind, und dieselbe Erklärung wird auch am nächsten liegen, wenn sich die Angabe des Auftretens von Acrocladia im Mittelmeere bewahrheiten sollte.

Während ich mit aller Strenge darauf hielt, aus den Suezcanalseen nur daselbst wirklich lebend gefundene Thiere mitzunehmen, scheinen andere Sammler nicht so vorsichtig verfahren zu sein. Obschon *Fuchs* alle Umstände recht wohl kannte, welche

gerade hier so leicht zu Täuschungen Anlaß geben, so ist doch weder aus seinen, noch aus den Mittheilungen von *Keller* zu ersehen, ob sich die Angaben auf lebendes, an Ort und Stelle eingesammeltes Material oder (bei Mollusken) nicht vielleicht nur auf gefundene Schalenreste beziehen, welche ebenso gut auf irgendeine andere Weise an die betreffenden Plätze rein zufällig gelangt sein können. Einen derartigen Irrthum vermuthe ich z. B. bei Solen marginatus *Pult.* (vagina *auct.*), welche Muschel nach den Angaben von *Keller* und *Gottsche* im Timsahsee heimisch geworden ist. Der Wirth des sog. Bades von Ismailia, welcher dort länger als 12 Jahre ansässig ist, sagte mir, die Muschel käme im Timsahsee nicht vor und die leeren Schalen, welche auch mir von Fischern gebracht wurden, rührten von Sendungen dieser Muschel aus Port Said her, welche, nachdem man die Thiere verspeist habe, in den See geworfen seien. Ich hatte in Ismailia respectabele Preise ausgesetzt, um noch mehr Vertreter der Fauna des Timsahsees zu erhalten, als von mir mitgebracht sind; ich habe selbst den eigentlichen See[1]) tagelang nach allen Richtungen hin durchkreuzt, aber ohne jeden weiteren Erfolg. Psammobia rosea *Gm.* (Psammotella Ruppelliana *Reeve*), im großen Bittersee bei Fayed überall vorhanden, fehlt im Timsahsee noch ganz, und weder Cerithium scabridum *Phil.* noch Cerithium Caillaudi *P. M.* waren von mir im letztgenannten See aufzufinden. Nur auf die Mitnahme von 2 oder 3 großen Fischspecies, welche zweifellos im Timsahsee selbst gefangen worden waren, mußte ich aus Mangel an Raum verzichten; ich gab mich dabei der Erwartung hin, dieselben möchten schon von *Keller* dort gefunden sein, doch ist, wie ich jetzt sehe,

[1]) Unter dem eigentlichen See verstehe ich die weiten Buchten, welche am entgegengesetzten Ende der Canalanlage sich westlich von dem Ankerplatze der Dampfboote in südlicher Richtung lang hinausziehen; den maritimen Canal selbst habe ich zu Untersuchungszwecken nicht befahren.

dem nicht so; einer dieser Fische ähnelte sehr der Oblata melanura *L.* des Mittelmeeres.

Die den Wanderungen der Thiere im Canale sich bietenden Hindernisse.

Keller hat es sich angelegen sein lassen, die Factoren ausfindig zu machen, welche sich im Suezcanale als Hindernisse einer Wanderung der Thiere aus dem einen in's andere Meer entgegenstellen. Er war 1882 noch der Meinung (a. a. O., S. 10), daß die meist zart gebauten Bewohner des offenen Meeres, welche für mechanische Schädigungen unendlich empfindlicher sind als die Strandbewohner, nur in beschränktem Maaße in den Canal gelangen können. Seitdem auch *Keller* sich überzeugt, daß der Boden des Timsahsees streckenweise dicht mit Cassiopea andromeda besetzt ist, dürfte aber auch er diese Ansicht aufgegeben haben, und wenn ich an die Massen von Pilumnus Vauquelii denke, welche aus dem Bittersee bei Fayed mit jedem Holzstücke heraufgebracht wurden, so ist es mir unglaublich, daß sich dieser Krebs nicht auch schon viele Jahre vorher dort befunden hat, und daß, wie *Keller* annahm, die Kruster des Rothen Meeres 1882 noch keinen einzigen Theilnehmer an der Migration geliefert hätten. Auch mit den Auseinandersetzungen *Keller*'s, denen gemäß sowohl der zu geringen Tiefe des Canals, als der flachen und seichten Meereszonen wegen, in welche der Canal bei Port Said und Suez ausläuft, die Tiefseefauna beider Meere so gut wie völlig getrennt bleiben wird, bin ich nur dann einverstanden, wenn man die Tiefseefauna erst von ca. 20 m. Tiefe ab beginnen läßt. Wenn gesagt wird, es ließen sich auf dem Grunde des Rothen Meeres verschiedene faunistische Tiefenzonen von oben herab mit dem Auge unterscheiden, so ist das lediglich Einbildung. Der Meeresgrund gleicht, soweit derselbe vom Wasserspiegel aus übersehbar ist, einer cultivirten Gegend, in der das eine Feld mit Klee, das benachbarte mit Hafer, ein drittes mit Kartoffeln u. dgl. mehr bestellt ist. Sämmtliche Korallenarten, welche man verschiedenen Tiefenzonen zugetheilt hat (wie

z. B. die Stylophora- und Seriatopora, die Madrepora, Turbinaria, Tubipora und Pocillopora) kann man in gleicher Tiefe gleich gut entwickelt und massenweise dicht neben einander antreffen. Die Angabe, daß Stylophora subseriata und Seriatopora spinosa seichtere Gründe bewohnen, Pocillopora Hemprichi, Montipora rus, Turbinaria conica, Madrepora superba etc. dagegen tiefere, ist ebenso unzutreffend, als wenn behauptet würde, die Familien Müller und Hinze wohnten immer auf den Bergen, die Familien Meier und Kunze allemal in der Ebene. Meinen Erfahrungen nach eröffnet sich uns im Rothen Meere erst bei etwa 23 m. Tiefe eine im großen und ganzen andersartige Fauna, und selbst an solchen Plätzen fiel es meinen Tauchern bisweilen schwer, etwas Absonderliches (was sich dem Auge vom Boote aus nicht auch an weit weniger tiefen Stellen schon verrieth) heraufzubringen. Selbst von Pocillopora Hemprichi, welche ich unter den Steincorallen noch am meisten als eine echte Tiefseeform betrachten möchte, sah ich am Ausgange des Canals von Suakim prachtvolle Büsche nicht tiefer als 2 bis 3 Meter unter dem Meeresspiegel am Boden sitzen. Durch das überreiche Thierleben in geringeren Tiefen wird es eigentlich selbstverständlich, daß die Riesen unter den Korallen sich besser in den tieferen, thierärmeren Regionen entwickeln können; darnach aber schon bei wenigen Faden Tiefendifferenz eigene Zonen zu construiren, ist ein sehr unglückliches und verkehrtes Unternehmen.

Die Hindernisse speciell, welche dem Austausche beider Faunen im Suezcanale entgegenstehen, sind nach *Keller*[1]) Folgende:

1. Die Bodenbeschaffenheit im Canal. „Diese ist einer reichen Ansiedelung entschieden nicht sonderlich günstig. Der Boden ist

[1]) Vgl. auch *C. Keller*'s anziehend geschriebenen Aufsatz: „Naturwissensch. Reisen auf dem Isthmus und am Rothen Meere." Sep.-Abdr. a. d. Mitth. der Ostschweiz. Geogr.-commerc. Gesellsch. 1883.

locker, sandig oder thonig. Felsen und sonstige feste Bestandmassen fehlen, daher die Vegetation dürftig ausfällt und den Thieren wenig Nahrung und Schutz geboten ist."

2. Die Isthmusseen. „Sie müssen auf das Vorschreiten der Arten verzögernd einwirken, da eine Karawane sich in denselben fächerartig ausbreitet und einige Zeit gebraucht, um eine Etappe weiter zu gelangen." Dieser behindernde Factor ist meiner Ansicht nach gering. *Keller* sagt: „Am auffallendsten tritt diese Erscheinung bei der großen Karawane zu Tage, welche gegenwärtig vom Rothen Meere her nach Norden zieht. Sie ist an Arten wie an Individuen beträchtlich und doch sind die meisten Arten derselben noch nicht über die großen Bitterseen nördlich von Schaluf hinaus. Diese Thatsache wird verständlich, wenn man bedenkt, daß dieses Seebecken eine Länge von 35 km. und eine Breite bis zu 8 km. besitzt und ein Wasservolumen von ungefähr 1500 Millionen cbm. enthält. Die nachrückenden Individuen müssen eben die Kolonie erst verstärken, bis sie zu einem Vorstoß gegen den Timsahsee gelangen kann. Das Canalbecken ist ebenso eng, daß es sich zum Seebecken ungefähr ausnimmt wie ein Federstrich auf einer Papierfläche." Dieses Argument hinkt! Es würde schon besser in den Rahmen passen, wenn, wie *Keller* mit *Fuchs* annimmt, die Anfüllung der Bitterseebassins ausschließlich vom Mittelländischen Meere aus erfolgt wäre. *Stephan*[1]) unterrichtet uns darüber aber eines Besseren. „Die Anfüllung der Bitterseen geschah erst vom Mittelmeere und demnächst auch vom Rothen Meere aus. Die Werke zur Herbeiführung und Regelung der Einströmung waren für das Mittelmeer am Serapeum für das Rothe Meer einige Kilometer südlich von Schaluf errichtet. Durch die letztgedachte Vorrichtung konnten täglich 10—12 Mill. cbm., durch die erstere täglich 4—5 Mill. eingelassen werden, ohne Zerstörungen an den

[1]) *H. Stephan*, Das heutige Aegypten. Leipzig. 1872. S. 462 u. 463.

Dämmen oder erhebliche Veränderungen des Seeterrains zu befürchten. Im Ganzen waren 1500 Mill. cbm. zur Anfüllung erforderlich. Der Strom vom Rothen Meere stürzte anfangs doch so stark hinein, daß man es gerathen fand, ihn zu einem Umwege zu nöthigen. Die erste Begegnung beider Meere war ein nicht eben freundschaftlicher Anprall, die Wasser schäumten und wichen zurück; dann aber, wie auf ein neptunisches Quos ego! vereinigten sie friedlich ihre Wellen und der Ocean nahm wieder Besitz von dem Terrain, das ihm schon einst gehört.“ Kann es unter diesen Verhältnissen noch überraschen, wenn wir die Fauna des Rothen Meeres gegenüber der mediterranen im Bittersee zahlreicher vertreten finden als im Timsahsee?

3. Störungen durch den Schiffsverkehr. Daß in einem nur 50 bis 100 m. breiten Canalbette, das während des Jahres 1883 schon von 3307 Schiffen benutzt wurde, durch die Dampfer direct wie auch in Folge des durch sie veranlaßten Wellenschlages eine Menge Eier von den Brutstellen losgelöst und besonders zarter gebaute Thiere leicht zu Grunde gerichtet werden, liegt ebenso klar auf der Hand als der modificirende Einfluß, welcher den S. 26 Anm. 1 erwähnten

4. Strömungen auf das Fortschreiten der Migranten zugestanden werden muß. „Die Nord-Südströmung des Mittelmeerwassers unterstützt die Wanderung der Mittelmeerarten theils dadurch, daß sie das Vorrücken der schwimmenden Arten beschleunigt, theils dadurch, daß sie die Eier und Larven festsitzender Species nach Süden schwemmt, aber sie tritt dem Fortschreiten der Arten des Rothen Meeres hemmend entgegen. Die Süd-Nordströmung von Suez her begünstigt zwar die Wanderung der Arten aus dem Rothen Meere, aber sie verlangsamt das Vorrücken der Mittelmeerfauna.“

5. Die sowohl von dem Mittelmeer- wie Rothem Meerwasser so abweichende chemische Beschaffenheit des mittleren Canal-

wassers und noch mehr die des Wassers der südlichen Canalseen scheint mir das mächtigste Verbreitungshinderniß abzugeben, dem gegenüber die übrigen nur wenig zu bedeuten haben. *Keller* hat diesen Umstand jedenfalls nicht hinreichend gewürdigt. Erst bei *Ed. von Martens* (a. a. O., S. 93) lesen wir: „Die im Canale ansäßig gewordenen Weichthiere sind vorwiegend solche Gattungen und Arten, die auch anderswo gegen Verschiedenheiten der Temperatur und des Salzgehaltes wenig empfindlich, eurytherm und euryhal nach den von Prof. *Moebius*[1]) eingeführten Ausdrücken sind; so ist z. B. Cardium edule fast die einzige Muschel, die sowohl in der Nordsee bis gegen das Nordcap hin, und in der Ostsee als auch im Mittelmeer sowie dem schwarzen und caspischen Meere häufig in der Strandzone vorkommt (vgl. S. 78 Anm. 1), und Cerithium conicum findet sich in den Strandseen mit mehr oder weniger wechselndem Salzgehalt in Sardinien und Sicilien, ja auch in der Oase Siwah (*Zittel*, 1876); die Gattung Mytilus ist mit Ausnahme des caspischen Meeres ebenso in den verschiedensten Meeren verbreitet, eurytherm und euryhal[2]), wie Cardium."

[1]) *K. Moebius*, Die äußeren Lebensverhältnisse der Seethiere. Tagebl. d. 49. Vers. d. Naturforscher u. Aerzte in Hamburg. 1876. S. 22.

[2]) Ein schönes Beispiel für den euryhalen Charakter der Mytilus galloprovincialis *Lam.* bietet *A. F. Marion*'s Untersuchung der Fauna des Étang de Berre (Faune malacologique de l'étang de Berre. Sep.-Abdr. a. d. Compt. rend. vom 4. Juli 1887). Die sandig schlammigen Gründe in der Mitte dieser Bucht, deren Wasser gemeinhin nur eine Densität von 2° *Beaumé* aufweist und nach meinen Analysen (diese Studien. II. Reihe. 4. Abth. 1887. S. 10) nicht mehr als 1.2780% Chlor enthält, sind überzogen von dichten Colonieen dieser Mytilusart. Die Mytilusbänke werden schon seit Jahrhunderten ausgebeutet, und sie behaupten sich trotz des ausgedehnten Fanges, des stagnirenden Wassers und trotz der zeitweise eintretenden Salzverarmung, welche die Folge des Anschwellens des Étang de Caronte und des Port de Bouc ist und zwei anderen, früher daselbst ebenso häufigen Bivalven (Pecten glaber *L.* u. Modiola adriatica *Lm.*) den Tod gegeben haben. Außer einigen anderen Schalthieren (Gastrana fragilis *L.*, Loripes lacteus *Leach*, Cardium Lamarckii *Reeve*, Mytilus

Daß es mehr der hohe Salzgehalt als der Temperaturunterschied ist, welcher die Mehrzahl der Thiere von einer Wanderung durch den Canal von vornherein ausschließt, glaube ich aus dem rapideren Vorrücken der ein salzhaltigeres Medium gewöhnten erythräischen Formen schließen zu sollen; den auffallend hohen Procentsatz dem Rothen Meere Angehöriger im Bittersee (gegenüber dem Timsahsee) erkläre ich mir aber, wie gesagt (S. 90), durch die Art und Weise, wie die Anfüllung der Seen vorgenommen wurde; müssen doch nothwendig mindestens einige Individuen mit dem Wasser aus dem Rothen Meere in die Bitterseedepression direct eingetreten sein!

Würde eine ungeeignete Temperatur das Haupthinderniß bilden, so befänden sich die mittelländischen Formen den Bewohnern des Rothen Meeres gegenüber im Vortheile; denn es ist allemal leichter und angenehmer sich einer etwas über die Norm gesteigerten als einer ungewöhnlich niedrigeren Temperatur anzupassen.

Für die größte Mehrzahl der Species, welche von dem einen oder andern Meere aus einen der mittleren salzreichen Canalseen bereits erreicht und durch ein mehrjähriges Verweilen daselbst zugleich bezeugt haben, daß sie daselbst existenzfähig sind, ist es lediglich eine Frage der Zeit, wann sie das entgegengesetzte Ende der Canalanlage und damit einen günstigeren Boden für ihre Fortentwicklung erreichen werden. Nur bei der einen oder andern Art dürfte sich zeigen, daß ein weiteres Vordringen in, dem Ausgangspuncte entferntere Breiten sie zu Grunde richtet; dieses würden Formen sein, welche zwar euryhal, dabei aber stenotherm sind. Was sich nach dieser Richtung für die einzelnen

cylindraceus *Requien*, Tapes aureus *Gm.*, T. petalinus *Lm.*, T. texturatus *Lm.*, Bittium paludosum *Monter.*, Corbula gibba *Olivi*, Rissoa oblonga *Desm.* u. Cyclonassa neritea *L.*) findet sich in den Mytilusbänken auch die dem Rothen Meere angehörige Nassa reticulata *L.* vor, deren euryhale Natur dadurch ebenfalls erwiesen ist.

Wanderformen ergeben wird, „ob die Demarcationslinie, welche sich gegenwärtig zwischen beiden Faunen am höchst gelegenen Theil des Canalverlaufes, bei der Schwelle von El Guisr, gebildet hat, zunächst so bleiben wird, oder ob der hier gewissermaßen eingetretene Stillstand nur ein vorübergehendes Stadium der fortschreitenden Vermischung ist, und ob die Strömungen etwa hierbei eine wesentliche Rolle spielen", ist Sache einer späteren Zeit. Diesen Verhältnissen nachzuforschen, wird eine der Aufgaben späterer Beobachter sein. Daneben wird sich das Augenmerk aber auch auf die Lösung anderer Fragen zu richten haben, und wie ich annehmen möchte, sind dieses gerade die biologisch belangreichsten. Die Probleme, welche mir vorschweben, sind bereits vor der Eröffnung der modernen Canalanlage von *Léon Vaillant*[1]) in folgenden Sätzen formulirt: „Ohne Zweifel wird (durch den Canal) ein Austausch der Arten stattfinden. Indem diese Formen nun ihr gewohntes äußeres Medium gegen ein anderes vertauschen, erhalten sich dabei ihre typischen Merkmale oder erfahren diese einige Modificationen? Werden sich diejenigen emigrirten Formen, welche gewisse Stammeseigenthümlichkeiten systematisch verbinden, bei ihrem Zusammentreffen erfolgreich kreuzen und so zur Entstehung neuer Spielarten die Veranlassung sein? Werden sich solche Spielarten nur vorübergehend zu halten vermögen, oder werden dieselben beständig sein?"

Die älteren Beobachtungen über die Veränderungen, welche verschiedene Species in abgesackten Meeresbecken mit allmälig immer mehr entsalztem resp. concentrirter gewordenem Wasser erfahren haben, werden einen zuverlässigen Anhalt bei der Lösung dieser Fragen bieten. Freilich können auch hier Jahre vergehen, bevor Resultate nach dieser Richtung hin zu verzeichnen sein werden, doch da, unserer Ueberzeugung nach[2]), der durch das

[1]) *L. Vaillant*, Journ. de Conchyliologie. T. 13. 1865. p. 97—98.

[2]) Cf. meine Vgl.-physiolog. Vorträge. Bd. 1. Heft 1. Heidelberg. 1882. S. 24—26.

umgebende Medium als solches hervorgerufene transformirende Einfluß auf die Lebewesen verhältnißmäßig rasch von Statten geht, dürften sich manche Formen bereits verändert haben, ehe sich viele Forscher dieser Umbildungen hinreichend bewußt geworden sind. Die aus eigenem Antriebe von den Thieren bewußt vollbrachten Aenderungen ihrer Lebensäußerungen werden noch ungleich länger auf sich warten lassen, und es ist kaum Aussicht vorhanden, daß Wechsel dieser Art, zu welchen die durch die vollzogene Wanderung aus dem Rothen in's Mittelländische Meer oder umgekehrt nothwendig gewordenen Anpassungsverhältnisse ihr gutes Theil beitragen werden, jemandem unserer Zeitgenossen schon zur Wahrnehmung gelangen. Wo, nach unseren menschlichen Begriffen beurtheilt, so manche Species durch die ihr zu Gebote stehenden Mittel für die Sicherung ihrer Existenz, für ihre äußere Erscheinung u. dgl. leicht noch Vollkommeneres zu leisten befähigt erscheinen muß, sehen wir Alles seit Jahrhunderten, vielleicht seit vielen Jahrtausenden beim Alten verharren, und Fähigkeiten, welche uns unbegreiflich, stets aber auf einen abgegrenzten Kreis von Thieren beschränkt geblieben, sind ein Gemeingut aller, die weite Oberfläche der Erde bewohnenden Species geworden.

Erläuterungen und Zusätze.

(Die hinter den Namen der Autoren ohne Citat eingeklammerten Seitenzahlen beziehen sich auf die Werke derselben, deren Titel in der Anm. 1 auf S. 2 ff. genau angegeben sind.)

Literarische Quellen für die angenommene Lage altägyptischer Städte und Forts.

Pelusium, Migdol und der Pelusische Nilarm. Pelusium war der nördlichste Punct jener Befestigungslinie, welche das ägyptische Reich an seiner Ostgrenze vor den Einfällen fremder Stämme zu schützen und daneben auch wohl die nichtägyptischen Bewohner der Ostmark des Landes zu bewachen hatte. Veränderungen der Terrainverhältnisse haben es mit sich gebracht, daß dieser Cardinalpunct für alle nach Nordosten gerichteten strategischen Unternehmungen der Aegypter nicht dieselbe topographische Lage beibehalten hat, sondern (ebenso wie am Rande des Rothen Meeres Arsinoë nördlicher als Kolzum, Kolzum nördlicher als Suez lag) einer weiter nach Norden um sich greifenden Ausfüllung der seichten Mulden durch den Nilschlamm folgend, auch immer mehr nach Norden rückte und seine südlicher gelegenen alten Theile aus dem Felde geräumt oder dem Verfalle preisgegeben wurden. So wird sowohl denen genügt, welche (wie z. B. *Schleiden* und *Ebers*) das von dem heutigen Kalat el Tîneh in seiner Lage nur wenig nach Südosten abweichende Pelusium in dem alten, noch weiter vom Meere entfernten Hauar der ägyptischen Denkmäler, dem Avaris des *Manetho* wiederzuerkennen glauben, als auch denen, welche (wie z. B. *Brugsch*) letztere Bezeichnungen nicht für Pelusium gelten lassen wollen. Mit dem Verschwinden des Pelusischen Nilarmes hörte naturgemäß auch das Austrocknen der dortigen Sümpfe auf, und so ist seit *Strabo*'s Zeit die Entfernung Pelusiums vom Mittelmeere, welche nach ihm über 20 Stadien betrug, ziemlich genau dieselbe geblieben.

Mit dem Abzuge der letzten Hyksos (Philistäer) unter Ahmes I. (Amosis), nach *Lepsius* 1591, nach *Brugsch* 1700 v. Chr., welche ihre gesicherte Feste an die Aegypter vertragsmäßig abgetreten hatten, verschwinden die Namen Hauar wie Avaris aus der Geschichte, und erst *Herodot* nennt uns Pelusium (nach *Lepsius* „Philistäerstadt") als ein dem früheren Avaris in militärischer Hinsicht entsprechendes Bollwerk. Dann finden wir Pelusium wieder von *Polybius* genannt, von *Diodor* wird es mehrfach nur als ein kleines Fort

erwähnt, was es bis auf die Zeiten *Strabo*'s und des Geographen *Ptolemaeus* (geb. um 70 n. Chr.) geblieben zu sein scheint; freilich nennt noch *Ammianus Marcellinus* (ca. 378 n. Chr.) Pelusium eine „vornehme Stadt". „Schon im 16. Jahrhundert war das alte Pelusium so gut wie der Pelusische Nilarm gänzlich vergessen. *Prosper Alpin*, der 1631 nach Aegypten kam, sagt an mehreren Stellen «Pelusium, jetzt Damiette»" (*Schleiden*, S. 150). So finden wir Pelusium bis zur Zeit der Araber genannt; seine Bedeutung für die Sicherstellung der Ostgrenzen des altägyptischen Reiches und die genaue Beschreibung seiner Lage bei den Alten lassen keinen Zweifel, dass wir in der Ruinenstätte unweit Tineh seine Ueberreste zu sehen haben.

Weit weniger wichtig als die Lage des alten Pelusium ist für uns die Lage von Migdol. Dieser Name bedeutet nichts anderes als das italienische Torre, ist eine gewöhnliche ägyptische Bezeichnung für Befestigungswerke und nach der Ansicht von *Champollion le jeune* (Paris. 1814), *Lepsius, Ebers* und *Naville* haben mehrere Plätze in Aegypten diesen Namen geführt. Dasjenige Migdol, welches uns wegen der Marquirung des Pelusischen Nilarms allein interessirt, ist nicht das der Bibel, welches *Ebers* wie *Naville* in die Nähe des gegenwärtigen Serapeum verlegen, sondern das Maktr oder Migdol, welches auf altägyptischen Denkmälern, so z. B. in der Setiinschrift auf der äußern Nordwand des großen Festsaales zu Karnack (vgl. S. 5) erwähnt wird, das Magdolum des *Itinerarium Antonini*, welches 12 römische Meilen von Pelusium und ebensoweit von Sile[1]) entfernt lag, und demnach an die Stelle des heutigen Tell es Semût zu stehen kommt.

Nach *Herodot* verließ der Pelusische den Bolbitinischen (Kanopischen) Nilarm bei der Stadt Kerkasoros, deren Lage nicht zu bestimmen gelang, doch deren Bezeichnung den Sinn von „Spaltung — kerk — des Osiris" zu haben scheint (*Brugsch*, Geschichte. S. 193), und welche wahrscheinlich zwischen Kalyub und Cairo gelegen war. Das obere Bett des Pelusischen Nilarmes ist nach *du Bois-Aimé* im Canal Abu Meneggeh (nach *Schleiden*, dem wir bei unserer Karte folgen, bis Schibin el Kanâtir) erhalten; von diesem muß sich derselbe aber westlich abgezweigt haben, um westwärts von Bubastis eine kurze Strecke im Muezcanale, dessen sonstiger oberer und unterer Lauf nach *C. Ritter* dem Tanitischen Nilarme entspricht, zurücklegen zu können. Denn da der Pharaonencanal oberhalb Bubastis abging, kann weder das untere Stück des Terat Abu Meneggeh, noch irgend eine andere östlich von Bubastis gelegene und den Nilmündungen direct zugeführte neuere Canalstrecke das alte Bett des Pelusischen Nilarmes reproduciren. Anderer Ansicht war *Lepère*. „Nördlich von den Ruinen von Atribis, am

[1]) Sile wurde von *Lepère* lediglich der Namenähnlichkeit wegen mit Sâlihîye identificirt, dem *Itinerar* nach ist dasselbe aber in der Umgebung von el Ferdân, wahrscheinlich, wie *Schleiden* will, in den Ruinen von Bir Abu Ruk zu suchen.

rechten Ufer des Damiettearmes und nahe bei Kafr Muez beginnt der Terat el Muez: derjenige Zweig des Damiettearmes, welcher den Ruinen von San oder Tanis zu in den Menzalehsee mündet. Er ist stark gekrümmt, und es sind ungefähr 35 Meilen von den Ruinen von Atribis bis zu denen von Tanis. Alles macht glauben, daß dieses Flußbett das der alten Pelusischen und Tanitischen Nilarme ist, dessen oberer Theil von Atribis bis Bubastis dem Pelusischen, dessen unterer Theil dem Tanitischen Arme zugehört; dieser Auffassung entsprechend nenne ich den Muezcanal die «Pelusisch-Tanitische Abzweigung».“ Was aber uns bestimmt hat, die Abzweigung des Pelusischen Nilarmes gleich nördlich von Cairo vorzunehmen, und uns weiterhin bestimmen wird, den unteren Verlauf desselben nicht etwa im Bahr el Hager zu sehen, ist 1. die Angabe der Alten, zurückgehend bis auf *Homer*, daß der Pelusische Nilarm die östlichst gelegene von allen Nilabzweigungen gewesen ist, 2. seine schon durch den Namen angedeutete, durch die Ueberlieferungen außer Frage gestellte Mündungsstelle unterhalb der Stadt Pelusium und 3. die von dem Pelusischen Nilarme unter den Ptolemäern vorgenommene Abzweigung des Terat es-Sâlihîye. In letztgenannter Canalanlage glaube ich nur eine Wiederherstellung des ursprünglichen Pelusischen Nilarmes sehen zu sollen, da unter Beibehaltung der von *Brugsch* angenommenen Lage für Hauar Avaris und Migdol — welche Städte östlich vom Pelusischen Nilarm am Wasser lagen (cf. *Brugsch*, Geschichte. S. 193—194, S. 220 u. 598) — nur der auf unserer Karte eingetragene Verlauf für diesen östlichsten Abfluß des Nils der allein denkbare bleibt. Unterhalb von Sâlihîye mag sich von diesem Strombette schon in ältester Zeit eine directer nach Norden gerichtete Wasserstraße abgezweigt haben, welche nach mehr und mehr eingetretenen Verschlammungen in der Ebene von Pelusium der mächtigere und schließlich der alleinige Abflußweg für den von Phakusa nach Osten gerichteten Nillauf wurde. Die so bei Tell esch-Scherîg entstandene Nilmündung wird gewöhnlich als die Pelusische betrachtet.

Phakusa und Bubastis. Die Trümmerhaufen von Tell Fâkûs bezeichnen die Stätte des alten Phakusa, welches „nach dem gewichtigen Zeugnisse des Geographen *Ptolemaeus* einst die Hauptstadt des arabischen Nomos (der Tiarabia und Gosens) und also auch, obgleich ihr *Strabo* und *Stephanus Byzantinus* von Phakoessa (am Ende des 5. Jahrhunderts) eine geringere Stellung anweisen, eine der wichtigsten Städte in Gosen gewesen sein muß“. (*Ebers*, S. 504.) Ihr alter ägyptischer Name, Kos, mit dem Artikel Pa- oder Phakos lebt in dem am linken Ufer des zugehörigen Nilarmes gelegenen, aber zu einem unbedeutenden Fellachendorfe herabgesunkenen Fâkûs noch heute fort.

Bubastis, das Pibast der altägyptischen Denkmäler, das Pibeseth des

Hesekiel, war zur Zeit des *Herodot* die größte Stadt des Deltas, und es pflegten sich dort zu den jährlich abgehaltenen Freudenfesten der ägyptischen Artemis (Sechet, Pacht oder Bast) 700000 Menschen einzufinden. Die Trümmer der alten Stadt wurden von *Malus* in der Nähe von Zagazick, bei Tell Basta, entdeckt und die erhaltene hohe, ausgedehnte Trümmerstätte benimmt, nach *Ebers'* Aussage, dem Besucher noch heute jeden Zweifel, daß *Herodot* Bubastis als Augenzeuge beschrieben hat.

Die Ortschaften im Wady Tûmîlât. In dem östlich vom Nildelta gelegenen „arabischen" Theil von Aegypten, welcher später die Landschaft Tiarabia ausmachte, und in welchem auch Gosen lag, zieht sich seit der Anlage des Pharaonencanals ein nur wenige Meilen breiter Fruchtlandstrich, „eine grüne Oase in der gelben Wüste" oder, wie *Amrû* sagt, ein „Blumenbeet", zu welchem Sesostris das frühere wüste Sumpfland umgeschaffen hatte. Es ist das Wady Tûmîlât, an dessen östlichen Ende die künstliche Nilstraße nothwendig ihr Ziel oder eine Krümmung erfahren haben muß. Welche dieser beiden Möglichkeiten hier im Alterthume realisirt gewesen ist, läßt sich nicht ohne Weiteres entscheiden, und wir halten mit unserer Ansicht zweckmäßig so lange zurück, bis wir erfahren, in welchem Sinne sich die neueren Schriftsteller über die Lage der einzelnen Ortschaften, von denen wenigstens die eine oder andere in unmittelbarer Nähe der kritischen Canalstelle am Ostausgange des Wady gelegen haben muß, geäußert haben. Ihre Aussagen lauten mit einander verglichen, außerordentlich verschieden, wie nachstehende Uebersicht lehren wird.

D'Anville: Heroopolis = in der Nähe von Abu Keyched (d. i. Tell el Maschûta).
Taubastum = Abbâceh (d. i. El ʿAse el Kubra).

Du Bois-Aimé: Heroopolis (= Pithom u. wahrscheinlich auch = Patumos = Thoum = Avaris) = Abu Keyched.
Pihachiroth = ʿAgrud.

Lepère: Heroon (= Pithom; ob immer gleich bedeutend mit Heroopolis scheint fraglich) = Abu Keyched.
Tohum (= Thou) = Abbâceh.
Patumos (= Posidium = Kolzum) = Suez (ebenso *Wilkinson* u. *Jomard*).
Taubastum = Ruinen 8 röm. Meilen nördlich vom Serapeum.

Pockocke: Heroopolis = am Arabischen Busen nach ʿAgrud zu (ebenso *Shaw*).
Heroon = dort, wo die *Itinerarien* seine Lage verlangen.

Gosselin: Heroon (= Heroopolis) = in der Nähe von Suez.

Lepsius: Heroopolis = Magfar.

Lepsius Pithom (= Patumos = Thoum = Thou; Succoth) = Tell Abu Soliman.
Ramses = Tell el Maschûta.
Avaris = Pelusium.

Brugsch (1877): Heroopolis (= Elim) = nördlich von Suez.
Pithom (= Pitum = Succoth) = am Menzalehsee.
Ramses (der Bibel) = Tanis (Zoan).
Phagroriopolis (= Pakror) = Tell Retâbe.

Schleiden: Heroon (= Heroopolis) = 'Agrud.
Pithom (= Patumos = Thoum) = Tell el Kebîr.
Ramses (an seine Stelle trat vielleicht das unter den Ptolemäern erbaute Phagroriopolis) = Abu Keyched.

Ebers: Heroopolis (= Heroon des *Exodus*) = nur wenig nördlicher als das heutige Suez.
Pithom (= Pa-Tum = Thoum = Paatum = Patumos) = Tell el Soliman (in Uebereinstimmung mit *Lepsius* u. A.).
Pihachiroth = 'Agrud (wie *Stickel*).
Ramses (= District mit gleichnamiger Stadt; letztere)= Tell el Maschûta.
Succoth (= Sechet = Suchoth; vielleicht das alte Taubastum) = nordöstlich vom Timsahsee.
Etham („Aegyptische Mauer") = Befestigungslinie im Osten und die öden Landstriche hinter ihr von Pelusium bis zum östl. Strande des Rothen Meeres (Wüste Etham).

Linant: Heroopolis (= Heroon = Ramses = Avaris) = Tell el Maschûta.
Pithom (= Thou = Tohoum = Patumos) = Tell el Kebîr.
Phagroriopolis = Tell Retâbe.

H. Kiepert (Lehrb. d. alten Geographie. Berlin. 1878), einer der anerkannt besten Kenner der Geographie Altägyptens sagt uns nur, daß
Raemsens (= Ramesu) vielleicht = Heroopolis.
Patumos (= ägypt. Pachtum = hebr. Pithôm).

Naville: Heroopolis *Strabo*'s (= Ero, Hero oder Heroopolis der römischen Inschriften und des *Stephanus Byzantinus* = hierogl. Pi Tum = koptischen Pethôm = Pithôm u. Peitho der *Septuaginta* = Patumos *Herodot*'s = Ha Tum der Inschriften aus späterer Zeit) = Tell el Maschûta.
Thou (oder Thohu, Tohu, Thoum der *Itinerarien* u. der *Notitia dignitatum*) möglicherweise = Tell Abu Soliman.

Je mehr man sich in die Literatur über die früheren Verhältnisse der Suezlandenge hineinarbeitet, um so lebhafter erwacht das Gefühl, jedes der vielen Werke, welche diesen Gegenstand behandeln, studirt zu haben; immer schwieriger aber wird es, die vielen gegentheiligen Ansichten zugleich im Auge zu behalten, ihren Werth gegenseitig abzuwägen. Schließlich ergibt sich ein Knäuel von Widersprüchen, welches nur auf Alexandrinische Manier zu lösen sein würde. — Die im Nachstehenden mitgetheilten Excerpte aus den zusammenfassenderen Arbeiten, welche uns auch die Meinungen der, des weitern unberücksichtigt gelassenen Autoren ihrem Werthe nach zu beurtheilen gestatten, und in welchen, wie ich hoffe, kein vorgebrachtes wichtigeres Argument vernachlässigt worden ist, mögen dem Leser einen Blick auf dieses weite Arbeitsfeld eröffnen und ihn in den Stand setzen, sich ein selbständiges Urtheil über die mehr oder minder bündige Beweisführung der einzelnen Alterthumsforscher zu bilden.

Du Bois-Aimé. Heroopolis. *Flavius Josephus* (Buch 2, Cap. 4) sagt, daß als Jacob von Bersaba, welches in der Gegend von Gaza lag, abgereist war, ihm sein Sohn, der Minister des Pharao, bis Heroopolis entgegen gekommen sei. So lautet auch die Uebersetzung der *Septuaginta* (*Genesis*, Cap. 46, Vers 28), während im hebräischen Texte von Heroopolis allerdings keine Rede ist, sondern es dort nur heißt im Lande Gosen. Jene Textveränderung ist in Aegypten aber schon etwa 50 Jahre vor der Eroberung durch Alexander getroffen und muß doch ihre Berechtigung gehabt haben. Heroopolis = Pithom, denn es existirt eine koptische Version des griechischen Bibeltextes, wo Heroopolis durch Pithom wiedergegeben ist. Mehrere Gelehrte setzten auch Pithom = Patumos, und es ist ja bekannt, daß die Griechen fremden Städtenamen fast immer eine griechische Endung gaben.

Lepère bezieht sich hinsichtlich der von ihm angenommenen Lage von Heroopolis 1. auf die uns durch *du Bois-Aimé* bekannt gewordene Bibelübersetzung der *Septuaginta* und der Kopten; 2. sagt er, mache die bedeutende Ruinenstätte von Abu Keyched ganz den Eindruck einer altägyptischen Stadt und enthalte auch noch einen Monolith aus dieser Zeit; 3. sei in dem *Itinerarium Antonini*[1]) die von Babylon nach Clysma eingeschlagene Route wie folgt specialisirt:

---

[1]) Vgl. *Schleiden* S. 166 ff., nach dessen Meinung das *Itinerar* zum Theil „ganz heillos verdorben ist". Vergl. übrigens S. 121 Anm.

Von	Entfernung in römischen Meilen.	Toisen.	Metern.
Babylon — Heliopolis	12	9.072	17681.66
Heliopolis — Scenae veteranorum (= elMenagr)[1]	18	13.608	26522.49
Scenae veter. — Vicus Judaeorum (= Tell el Yhoudy)	12	9.072	17681.66
Vic. Judaeor. — Thou	12	9.072	17681.66
Thou — Heroopolis	24	18.144	35363.32
Heroopolis — Serapeum	18	13.608	26522.49
Serapeum — Clysma	50	37.800	73673.55
	146	110.376	215126.83

4. habe der Geograph *Ptolemaeus*, bei dem sich allerdings auch grobe Fehler finden, geschlossen, Arsinoë sei 0.40° südlicher als Heroopolis gelegen. Die Ruinen von Abu Keyched liegen nun aber 0.35° nördlich von Suez und der Unterschied in der directen Entfernung beträgt hiernach 0.40°.

Gosselin blieb dagegen anderer Ansicht; er schrieb an *Lepère*: „Alle Gelehrten des Alterthums, welche Heroopolis erwähnen, stimmen darin überein, daß diese Stadt unmittelbar am Arabischen Meerbusen und zwar an dessen nördlichem Ende gelegen war; so *Agatharchides, Artemidoros, Strabo, Diodor* von Sicilien, *Ptolemäus*, *Agathemeros* etc. *d'Anville* hat geglaubt, die Zeugnisse dieser sämmtlichen Autoren auf Grund eines römischen Itinerar, in welchem eine Route vom ägypt. Babylon über Heroopolis nach Clysma beschrieben ist, verwerfen zu können. Hier ist diese Reiseroute:

[1] Nach *Schleiden* (S. 168) müssen „die Scenae veteranorum eine ziemlich beträchtliche, aber ausschließlich militärische Station gewesen sein, denn es lagen daselbst nach der *Notitia dignitatum* (um 400 n. Chr.) zwei größere Heeresabtheilungen, die Equites Saraceni Thamudeni und die Ala quinta Raetorum". Er verlegt den alten Ort in die Nähe von Tell Miniet Habib, was der Distanzangabe des *Itinerar* jedenfalls mehr entspricht als die Annahme von *Lepère*. *Linant* (S. 114) hält dagegen „Scenae veteranorum" nicht für eine Stadt, sondern für ein Feldlager, für „die Zelte der ausgedienten Krieger", dessen Lage sich selbstverständlich an keinen Ruinen wiedererkennen lassen würde. Er glaubt (in Uebereinstimmung mit *Lepère*), der Platz habe sich in der Umgebung von Menayer befunden.

Von	Entfernung in römischen Meilen.	Toisen.	Metern.
Babylon — Heliu		9.072	17681.66
Heliu — Scenae veteranorum		13.608	26522.49
Scen. veter. — Vicus Judaeorum	78	9.072	17681.66
Vicus Judaeor. — Thou		9.072	17681.62
Thou — Hero		18.144	35363.36
Hero — Serapiu	68	13.608	26522.49
Serapiu — Clysma		37.800	73673.57
		110.376	215126.85.“

Gosselin erinnert nun daran, es seien von Cairo bis Suez zwei Wege möglich: 1. den Nil entlang über Abu Keyched und 2. die sog. Pilgerstraße (Darb el Hâggi). *d'Anville* habe geglaubt, der erstere sei gemeint, doch handele es sich dabei um den zweiten, und es sei auf diesem Wege von Cairo bis Suez, in dessen Nähe Heroon = Heroopolis gelegen habe, zwar nicht 78 aber 96 röm. Meilen; einige Handschriften geben auch die Zahl 92 statt 78. „Die Zahlen sind eben mit steigender Kenntniß der Landstrecken später verbessert worden.“ — Die Lage von Tohum und Taubastum folgt für *Lepère* besonders aus den Reiserouten, von denen noch eine zweite des *Antonin*[1]) hier angeführt werden mag.

Von	Entfernung in römischen Meilen.	Toisen.	Metern.
Pelusium — Daphnä	16	12.096	23575.54
Daphnä — Tacasarta	18	13.608	26522.49
Tacasarta — Thou	24	18.144	35363.32
Thou — Scenae veteranorum	26	19.656	38329.75
Scen. veter. — Heliu	14	10.584	20628.60
Heliu — Memphis	24	18.144	35363.32
	122	92.232	179783.02

Außerdem sind nur noch die Auseinandersetzungen über Tau-

[1]) Die erste Zahl hält *Lepère* für unrichtig und setzt 26 statt 16. Daphnae hat sich noch jetzt in ziemlich bedeutenden Resten als Tell Defenneh erhalten. Tacasarta = Grenzstadt, etwa 5 röm. Meilen südwärts von Sile (vgl. S. 97) nach *Lepère*; nach *Schleiden* wohl mit Tacasira der *Notitia dignitatum* identisch und vielleicht = Tell el Hamâm (d. i. el Hamah *Quatremère*'s).

bastum lehrreich. „Ungefähr 8 röm. Meilen nördlich vom Serapeum finden sich", sagt *Lepère*, „Ruinen, welche uns der Lage von Taubastum zu entsprechen scheinen. Ein diesbezüglicher Zusatz des *Ortelius*, welcher besagt: «circa paludes Arabiae videtur», spricht sehr für diese Lage, da hier sich Sümpfe finden, in welchen ein Nilcanal gemündet haben muß. Diese nach Osten, auf die den Sümpfen gegenüber gelegenen Ruinen zu gerichtete Abzweigung des großen Canalbettes ist noch auf mehr als eine Meile hin sichtbar. Auch der heilige *Hieronymus* berichtet in seiner Lebensbeschreibung des heiligen Hilarius, dieser sei am 3. Tage von Babylon ausgehend nach einer Burg Taubastum gelangt, wo Dracontius, der Bischof von Hermopolis, in der Verbannung gelebt habe. Abbâceh kann Taubastum, wie *d'Anville* will, nicht entsprechen; denn ersteres liegt in fruchtbarer Gegend und nicht in einer Sumpflandschaft."

Schleiden's Betrachtungen gipfeln in folgenden Puncten: Heroopolis und Pithom, welche selbst die einzige Quelle *(Itinerarium Antonini)*, die sonst etwa noch die Lage von Hero zweifelhaft machen könnte, auseinanderhält, lassen sich in keiner Weise vereinigen. Heroopolis wird zwar nicht von *Herodot*, wohl aber schon von *Theophrast* genannt und wahrscheinlich hat, worauf auch ihre, uns durch die Angabe des *Ptolemaeus* bekannt gewordene Lage: 20 Minuten westlich von der Spitze des Suezbusens hindeutet, die Vollendung des Dariuscanals zur Gründung dieses „kleinen Ortes" geführt. Die erwähnte Stelle beim *Ptolemaeus* und folgende Nachrichten von *Strabo* lassen keinen Zweifel, Heroopolis auf das heutige Kastell et ʿAgrud zurückzuführen. *Strabo* sagt: 1. „Unweit Arsinoë liegt auch Heroopolis und Kleopatris in dem Winkel des Arabischen Busens gegen Aegyptos hin". 2. „Wie auch das niedere Aegypten und das Land bis zum Sirbonischen See ein vielleicht mit dem Rothen Meere bei Heroopolis und bei dem Ailanitischen Winkel zusammenfließendes Meer war", und bei *Plinius* finden wir die bemerkenswerthe Stelle: „Die Sinaihalbinsel ist am breitesten im Norden zwischen den Städten Heroopolis und Charax Leaena (Ailah)." Außerdem verbindet auch die älteste Tradition el ʿAgrud mit Heroopolis. — Zwei Stellen bei den Alten widersprechen nur scheinbar unserer Annahme: 1. ein offenbar verdorbener, völlig sinnlos gewordener Passus aus *Strabo*, in welchem Heroopolis als „Winkel des Arabischen Busens am Nil" bezeichnet wird[1]). Nach *Großkurd*

[1]) *Lepsius* war allerdings ganz anderer Meinung, wie schon aus folgenden seiner Sätze (S. 347) ersichtlich ist: „Man hat die Stelle (bei *Strabo*) viel geplagt, doch ohne

wird dieser Satz so umgeformt werden müssen, daß er gleich anderen nur besagt: „Heroon eine Stadt bei dem Winkel des Arabischen Meerbusens." 2. Die Angabe des *Itinerarium Antonini,* daß Hero 24000 Schritte von Thoum liege. Heroopolis — nicht mehr auf der *Tabula Peutingeriana*[1]), sondern zuletzt von *Agathemeros* (etwa 200) und auch von diesem nur nach Ueberlieferungen erwähnt — war aber zur Zeit der letzten Redaction des *Itinerar* nicht mehr vorhanden, und so ist es um so wahrscheinlicher, meint *Sch.,* daß der Schreiber keine besondere Sorgfalt auf eine Zahl verwendete, die bedeutungslos geworden war; die im *Itinerar* angegebene Entfernung zwischen Thoum und Hero ist nach anderen Quellen nothwendig zu corrigiren. Schließlich bezweifelt *Sch.* das sog. competente Urtheil der „völlig obscuren" Verfasser der *Septuaginta,* welche statt Gosen „Heroopolis im Lande Ramesses" setzten, an dessen Stelle in der koptischen Uebersetzung dann Pithom trat, das nach dem *Pentateuch* zur Zeit der Einwanderung Jacobs noch gar nicht existirte.

Pithom lag entsprechend der Seti-Darstellung auf den Tempel-

Noth, wie mir scheint. Bei dieser Stadt (Heroopolis), wo sich auch vielleicht ein Schleusenwerk befand, stießen Meer und Nil zusammen. Hier erst begann der eigentliche Nilcanal, welcher sein Wasser von Westen erhielt. Hier war der Hafen, in welchem man sich zur Fahrt auf dem Rothen Meere einschiffte, wie *Strabo* ausdrücklich sagt. Von hier an hatte der Reisende, wegen der natürlichen und weit ausschweifenden Seeufer den Eindruck der Meerfahrt; dieser künstlich zum Meerbusen gezogene Theil konnte daher auch ganz begreiflich der innerste Winkel des Busens genannt werden *Strabo* oder *Eratosthenes,* den er anführt, sagt sogar an einer Stelle ausdrücklich, daß Heroopolis am Nile, d. h. an einem Nilcanale lag, und nennt doch die Stadt selbst zugleich den Winkel des Arabischen Golfes. — Uebrigens ist es nicht zu verkennen, daß die sehr verworrene und wenig anschauliche Weise, wie *Strabo* jene Gegend mit ihren Städten, Seen, Canälen und Namen beschreibt, fast glauben läßt, daß er gar nicht selbst nach Arsinoë kam und also nicht aus eigener Anschauung berichtete."

[1]) Nach *Conr. Miller* (Die Weltkarte des *Castorius,* genannt die *Peutinger*'sche Tafel. Ravensburg. 1888), dem neuesten Herausgeber der Tafel, ist der von dem unbekannt gebliebenen Kosmographen von Ravenna (um 650 n. Chr.) nicht weniger als 36 Male citirte *Castorius* ihr Verfasser. *Castorius* war wahrscheinlich ein Italiener, stammte vielleicht aus Rom selbst, und die Vollendung der Tafel fällt in's Jahr 366 n. Chr.: in die Zeit also, wo Valens (364—378) in Antiochien, Valentinian I. (364—375) wenigstens nominell in Rom residirte, und in Constantinopel Procop (Sept. 365 — Mai 366) als Gegenkaiser herrschte. Die uns in der Hofbibliothek zu Wien allein erhaltene Copie datirt nach demselben Autor aus dem 11. oder 12. Jahrhundert, und „wenn sich in derselben auch der Styl des Abschreibers sowohl in Schrift als Zeichnung verräth, so ist der antike Inhalt doch überall erkennbar geblieben". Die *Peutinger*'sche Tafel wird am Ende des 18. Jahrhunderts mehrfach als *Tabula Theodosiana* bezeichnet (cf. *Miller,* S. 48 Anm.), und auch *Lepère*'s Citat (S. 118) bezieht sich nicht auf den *Codex Theodosii* oder auf das vielgenannte Epigramm des *Sedulius,* welche in die Zeit von *Theodosius* dem Jüngeren (423 n. Chr.) fallen, sondern zweifellos auf die *Tabula Peutingeriana.*

wänden von Karnack zu beiden Seiten des ältesten Canals und bestand zu dieser Zeit aus einem Festungswerke und der eigentlichen Stadt (Zâr oder Zâl). Da vielleicht das Fort auf der einen, die Stadt auf dem anderen Canalufer lag, so coincidirt die Lage Pithoms besser mit der von Tell el Kebîr als mit der von Tell Abu Soliman, welches an dem viel später gegrabenen sog. Trajanscanale gelegen ist.

Thoum. Bei Berücksichtigung der Angabe *Herodot*'s, daß die Richtung von Bubastis nach Patumos eine genau östliche ist, kommt Thoum nach dem *Itinerarium Antonini* (13000 Schritte von Tacasarta und folglich 32000 von Daphnae) — obschon an dieser Stelle jedenfalls eine Station im *Itinerar* ausgefallen ist — an den westlichen Eingang des Wady Tûmîlât zu liegen.

Ramses. Diese Stadt kommt nach einem von *Brugsch* (Geogr. I. S. 265) zugänglich gemachten Papyrusblatte, auf welchem ihr Name neben dem von Pithom erhalten ist, ebenfalls an den alten Canal zu liegen, und nach dem zur Zeit der französischen Expedition entdeckten Ramsesdenkmale zu urtheilen, sind ihre Reste wohl unzweifelhaft in dem von *Lepère* aufgefundenen Ruinenhügel bei Abu Keyched gegeben.

Ebers sieht folgende Gründe als beweisende an: Heroopolis. *E.* hält die Ergänzung des Grundtextes durch die *Septuaginta* nicht für glücklich, betont, daß der Kopte sich in äußerst seltenen Fällen erlaube von der *Septuaginta*, der er ängstlich folgt, abzuweichen, und schließt sich auch im Uebrigen den Ausführungen *Schleiden*'s an.

Pithom. *E.* deutet *Herodot*'s Stelle dahin, daß Patumos (= Pithom) unweit Bubastis liege, und findet dafür eine weitere Bestätigung im *Itinerarium Antonini*, welches Thoum an der Straße von Heliopolis nach Pelusium, zwischen Vicus Judaeorum (Tell el Yahûdi, ca. 6 Meilen südwestlich von Tell el Soliman) und Tacasarta, dessen Lage unbekannt geblieben ist, gelegen sein läßt. Die im Papyrus *Anast.* VI erwähnten Teiche von Patum glaubt *E.* in den Lachen bei dem Ruinenhügel Rigâbeh, die während der Ueberschwemmungszeit nicht unbeträchtliche Wassermengen aufnehmen, wieder zu erkennen und sieht in dieser, zuerst von *Chabas* aus den alten Documenten herangezogenen Stelle einen neuen Grund für seine Ansicht.

Ramses = Land (*Genesis*, Cap. 47, Vers 11) mit gleichnamiger Stadt (*Exodus*, Cap. 1, Vers 11). Der Name hat zur Zeit des Einzuges der Juden noch nicht existirt, sondern ist vielmehr erst durch die Erinnerung an die Zeit des Auszuges auf die gemeinte Localität übertragen worden. Weiterhin werden zwei Ramsesstädte, Ramses-

Maschûta und Ramses-Tanis, angenommen; die bei Maschûta gefundenen „riesigen Nilziegel“ und die von der französischen Expedition daselbst entdeckte Ramsesstatue (vgl. S. 106) sind entscheidend für die Lage des ersteren Ortes.

Pihachiroth. „Ohne Bedenken kann man in ʿAgrud den Namen Pihachiroth (d. h. Grünau) wiedererkennen.“

Succoth (= Suchoth = Sechet der alten Inschriften; d. h. Gefilde) ist vielleicht das alte Taubastum, welches nach dem *Itinerarium Antonini* zwischen Pelusium und Serapium, nordöstlich vom Timsahsee lag. Aus dem Berliner hieratischen Papyrus I (der 12. Dynastie angehörend) ergibt sich, daß der nach Atim (nach *Chabas* = Idumaea) Reisende zunächst ein Sechet (damals nichts mehr als ein Dorf) zu passiren hatte.

Linant's Calculationen lassen, falls er dieselben, trotz seiner unverzeihlichen Literaturunkenntniß nicht von anderen, vor allen von *Lepère* entlehnt hat, sehr viel zu wünschen übrig; nur weil sein Werk wenig verbreitet ist und deshalb vielen Interessenten schwer zugänglich sein wird, gehe ich besonders darauf ein. — Heroopolis. Die Angaben *Herodot*'s, *Plinius'* und *Strabo*'s geben dem damaligen Ufer des Rothen Meeres eine nördlichere Ausdehnung als die gegenwärtige und stellen Heroopolis nördlich vom Isthmusbassin, während ihr der von *Lepère* bereits verwerthete Bibeltext (Lesart der *Septuaginta* und der Kopten; vgl. S. 105) und die Wegslängen im *Itinerarium Antonini* zugleich ihren Platz bei el Maschûta anweisen. Die Bibelstelle lehrt ebenfalls, daß unter Ramses nur Heroopolis verstanden werden kann. Thoum bedeutet Ausgang, und das Wort dürfte sich in Wady „Tûmîlât“ erhalten haben. Nach den Itinerarien wie der Bedeutung seines Namens verbindet man es am besten mit Tell el Kebîr, welches einem Besatzungsposten, wie es Thoum war, topographisch besser entspricht als Abbâceh. Unter Pithom ist derselbe Ort gemeint; es ist der gleiche Name nur mit dem Artikel davor, und bei *Herodot*, welcher die Stadt ebenfalls an den westlichen Ausgang des Wady Tûmîlât nahe bei Bubastis verlegt, ist daraus Patumos entstanden. Avaris wird mit Heroopolis identificirt und zwar auf einen Bericht des *Flavius Josephus* hin, welcher dem *Manetho* entnommen ist und folgenden Wortlaut hat: „Eine große Volksmasse (durch die Assyrer aus Syrien vertrieben) drang aus dem Orient in Aegypten ein (nach *L.* 2082 oder 1820 v. Chr.), und wählte aus ihrem Stamme einen König mit Namen Salasis. Dieser neue Fürst kam nach Memphis, legte den oberen wie unteren Provinzen des Landes Steuern auf

und stellte besonders an der Ostseite, um sich vor den Angriffen der Assyrer zu schützen, starke Befestigungen her. In der Gegend Saites, östlich des Flusses von Bubastis, traf er auf eine Stadt, die ehemals Avaris genannt war und deren Lage ihm äußerst vortheilhaft erschien; er ließ sie stark befestigen und legte nach dort eine Besatzung von 240000 Mann." — „Als der größte Theil der Hyksos vertrieben war, zogen sich die Zurückgebliebenen um ihrer Sicherheit willen nach einem Orte, Avaris genannt, zurück, welcher 10000 Maß Landes bedeckte, und den eine sehr starke Befestigungsmauer umschloß." Der Name Avaris machte später einem andern, Awara, Platz, welchem seine Bewohner, die Hawari, wie es unter den Arabern häufig ist (z. B. die Tihès, welche in der Wüste Tih, die Tawara, welche am Djebel Tôr, d. i. am Sinai wohnen), den ihrigen entlehnten. So wäre Tell el Maschûta anfangs von den Hyksos bewohnt, darauf, als Ramses von seinen Eroberungszügen zurückgekehrt war, von diesem besetzt gewesen, und schließlich, als der Ort seinen alten Ruf als die Stadt der Krieger, der Soldaten und der Helden vielleicht garnicht mehr verdiente, habe sich das Andenken an seine frühere Bedeutung noch in dem Namen Heroopolis erhalten. „Begegnen wir einer ganz ähnlichen Erscheinung doch auch bei Cairo, wo das Viertel el Askar gegenwärtig vollständig in Trümmern liegt."

Wie völlig nichts sagend fast alle von *Linant* aufgestellten Beweisgründe sind, hat bereits 15 Jahre vor dem Erscheinen des *Linant*'schen Werkes *Schleiden* dargethan.

Brugsch's Beweismittel bestehen vorzugsweise in „zahlreichen der altägyptischen Literatur auf Stein und Papyrus entnommenen Belegstellen", welche er, um mit *Ebers* (1881. S. 107—112) zu reden, in geistreicher und in einer den Leser gewinnenden, dialectisch bewunderungswürdigen Form an einander zu ketten verstand. Von einer Wiedergabe derselben kann hier aber um so eher Abstand genommen werden, als die Ergebnisse, zu welchen dieser hochbedeutsame Aegyptiologe gelangte, von allen gang und gäbe gewordenen Vorstellungen so sehr abweichen, die Fundamente der ganzen Beweisführung noch so wenig gesichert erscheinen, daß dieselben wohl über kurz oder lang von ihrem Urheber selbst wieder aufgegeben werden dürften.

Naville, der so glücklich war, das Beweismaterial durch seine Ausgrabungen bei el Maschûta erheblich zu vermehren, stellt folgende Betrachtungen an: Heroopolis — Pithom. *Lepsius* (Chronologie. 1849. S. 348) identificirte Tell el Maschûta auf Grund der dort gemachten Funde mit dem Ramses der Bibel, und 1860

gründeten hier die Franzosen die Station Ramses, einen für den Canalbau bedeutenden und während desselben belebten Platz. Die von *N.* daselbst entdeckten Denkmäler tragen Weihinschriften für den Gott Tum (= Harmachis = Horemkhu), als dessen Freund Ramses II. galt. Der Name der Stadt (Pi-Tum) war zwar auf keinem dieser Monumente verzeichnet, aber auf dem Bruchstücke eines Naos fand sich nicht nur die Cartousche von Ramses II., sondern auch der Name des Gebietes, Thuku[1]), in welchem Pithom nach der Liste der Nomoi und dem Papyrus des Britischen Museums erbaut war. Hiernach waren alle Möglichkeiten vorhanden, daß die bei el Maschûta entdeckte Stadt nicht Ramses, sondern Pithom (d. h. die Stadt des Tum) war. Dann fanden sich auch an diesem Platze eine Statue aus rothem Granit, welche einen Beamten des Pharao, Osorkon II., „den guten Wächter über Pithom" darstellt, das Fragment der Bildsäule eines Priesters mit dem Namen der Stadt, des Wohnortes des Tum[2]), und zwei römische Inschriften, auf denen der Name Ero (= Heroopolis) stand. Die eine derselben lautete: „Polis Ero castra" (d. h. Feld oder Lager von Ero), und die andere: „Dominis nostris victoribus, Maximiano et Severo imperatoribus, et Maximino et Constantino nobilissimis Caesaribus, ab Ero in Clusma. M. VIIII. — Θ." Letztere Inschrift soll die Entfernung von Ero nach Clusma (9 Meilen) angeben und ein Meilenstein gewesen sein. — Des Weitern weist *N.* als Stützen seiner Auffassung: 1. auf die uns bekannte Uebersetzung des Bibeltextes durch die *Septuaginta* wie auf die Koptische Bibelübersetzung hin und thut sich gewissermaßen etwas darauf zu Gute, eine Ansicht vertreten zu können, die Forscher

[1]) „Thuku oder Thuket (= Succoth der Hebräer) ist die Bezeichnung des vorwiegend von Ausländern (Israeliten) bewohnten Distriktes." Auf der von *N.* gefundenen Tafel des Philadelphos Ptolemaeus stand Tum von Succoth, Osiris von Pikeheret (= Pikerehet). Aus verschiedenen Listen der Nomoi wissen wir, daß die Hauptstadt des 8. Nomos von Unterägypten entweder Pitum oder Pikerehet (einige schreiben auch Se Kerehet) war; stets ist aber dabei angegeben, daß die Stadt in dem Gebiete von Succoth liege. *N.* nimmt hiernach an, daß die Hauptstadt von Succoth zwei Sanctuarien hatte, und zwar nahe bei einander, deren eines Pi Tum, deren anderes Pikerehet war; letzteres lag dem Meere näher als Pi Tum, da es von Reisenden, welche von Heliopolis kamen, zuerst erreicht wurde. Das Heiligthum von Pi Tum, die Wohnstätte des Tum, wurde von den profanen Stadttheilen Thuku's rings umgeben. — Serapiu kann nur die lateinische Bezeichnung für Pikerehet sein; denn dieser Ort ist das einzige Serapeum, das einzige Sanctuarium des Osiris, von dessen Existenz in dieser Gegend überhaupt Kunde auf uns gelangt ist. Entsprechend der vorausgegangenen Wegsangabe gibt das *Itinerar* die Entfernung von Serapiu nach Heroopolis aber zu weit an.

[2]) Einige Male fand sich auf Denkmälern Tum als Herr von An bezeichnet. *Brugsch* erkannte darin das Aeant (= Pithom) des *Plinius*. „Der gelehrte Römer wußte, daß die Araber den Golf des Rothen Meeres, an welchem Pithom lag, Aeant nannten."

wie *d'Anville* (Mém. sur l'Égypte. p. 121 ff.), *Quatremère, Champollion, du Bois-Aimé, Lepère* und *Linant* Bey vor ihm ausgesprochen haben; 2. macht *N.* darauf aufmerksam, wie vorzüglich seine Funde bei el Maschûta den Vorstellungen entsprechen, die man sich den überkommenen Nachrichten gemäß über Pithom und Heroopolis zu bilden habe. Pithom war durch sein großes Lagerhaus charakterisirt, welches die Züge der Pharaonen[1]) durch die Wüste, die Caravanenreisen und die Route nach Syrien erforderlich machten; Heroopolis dagegen, welches am Eingange des Golfes lag[2]), muß ein befestigter Platz mit Garnison gewesen sein, und zweifellos war es das unter den Römern, wie schon der Name „Campus Ero" anzeigt. *N.* glaubt mit *Linant* Bey (p. 195) entsprechend den geologischen Beweisgründen annehmen zu sollen, daß unter den Pharaonen nicht nur die Bitterseen, sondern auch der Timsah und die Thäler von Saba Biar und Abu Ballah Theile des Rothen Meeres waren. „Vor der Zeit Necho's mag das Meer wohl bis Magfar gereicht haben, und die 3 Meilen von hier bis Heroopolis scheinen dazumal Wiesenland gewesen zu sein, auf welchem das Vieh des Königs gehütet wurde. An dem Ende des Golfes bei Heroopolis muß sich das Zurückweichen des Meeres zuerst bemerklich gemacht haben. Mit dem Fallen der See bildeten sich Salzlaken, die sog. Bitterseen *Strabo*'s und *Plinius*'." *Linant* (p. 178) bemerkt sehr richtig, daß die Bitterseen der Alten unmöglich den jetzigen entsprochen haben können; denn letztere sind viel zu umfangreich, als daß es möglich gewesen wäre, sie durch den Nilzufluß auszusüßen, was wir durch *Strabo* erfahren. Zur Zeit der Pharaonen gab es aber einige Salztümpel am Ende des Golfes bei Heropoolis, und *Linant*'s Ansicht wird auch von *Plinius* bestätigt, welcher sagt, „daß die Länge des Canals 37 Meilen größer sei als die Bitterseen".

In einem Nachtrage wendet sich *N.* gegen *Lepsius*, welcher an seiner Ansicht von 1849 (vgl. S. 99) festhielt. *Lepsius* machte für seine Auffassung geltend, Pithom = el Maschûta stimme weder zu der Reise *Herodot*'s nach Patumos, noch zu den im *Itinerar* gegebenen Entfernungen. Wie wir sogleich ausführlicher zu betrachten

[1]) „Der König, welchem Pithom seine Ausdehnung und seine Bedeutung verdankte, ist zweifellos Ramses II. Er ist, wie schon die Waffenmagazine und alle Vertheidigungswerke gegen Osten andeuten, der Pharao der Unterdrückung; er baute Pithom und Raamses." „Unter der griechischen Dynastie wechselte Pithom seinen Namen; es hieß von nun an Heroopolis *(Strabo)*, welches die Römer in Hero *(Stephanus Byzantinus)* abkürzten."

[2]) *N.* beruft sich auf *Agathemeros*, welcher sagt: „der Arabische Golf begann bei Heroopolis" und auf *Artemidoros*, welcher berichtet, daß von hier die Schiffe abgingen, welche in's Land der Troglodyten wollten.

haben werden, spricht die Stelle bei *Herodot* (II. 158) aber weder, wie *Lepsius* will, für ihn, noch so ganz für *Naville*, wie dieser behauptet. Auch der zweite, von *Lepsius* vorgebrachte Einwand wird, wie mir scheint, von *N.* endgültig widerlegt. Denn „die im *Itinerar* und in der *Notitia dignitatum* Thou, Thohu, Tohu oder Thoum genannte Stadt ist jedenfalls nicht Tum, sondern der Name einer andern Gottheit. Es läßt sich die Möglichkeit nicht in Abrede stellen, daß Tell Abu Soliman die Lage eben dieses Thou bezeichnet. Nirgends auf den Denkmälern von Pithom (el Maschûta), weder auf denen, welche an der Intrade gefunden wurden, noch auf dem Naos, noch auf der Granittafel, noch an den Sphinxen wird einer Stadt Ramses (Pi Rameses) Erwähnung gethan, was jedenfalls nicht vermißt werden würde, wenn dieses der Name der Stadt gewesen wäre." *Lepsius* meinte, *N.*'s Deutung der Ruinen bei el Maschûta sei schon deshalb eine verfehlte, weil Pithom in Tell Abu Soliman gegeben sei, und zwei so benachbarte Städte nie denselben Namen geführt hätten. *N.* erinnert indessen daran, daß auch Heliopolis, welches Tell Abu Soliman noch näher liegt als el Maschûta, einige Male als Pi Tum (Inscript. von *Pianki*) bezeichnet worden ist. Außerdem bedeutet Rameses eine Gegend, aber keine Stadt. Zugelassen daß, wie *Lepsius* wollte, Ramses = el Maschûta und Pithom (Succoth) = Tell Abu Soliman, so würde sich als seltsame Consequenz ergeben, daß die Israeliten am ersten Tage 22 Meilen westwärts zogen und dann wieder umkehrten, um auf den Weg zum Rothen Meere zu gelangen.

Es empfiehlt sich, hier unsere eigenen Betrachtungen wieder aufzunehmen, um festzustellen, was sich aus den vielen vorgebrachten Gründen unserer Meinung nach für ein Schluß auf die Lage von Pithom und Heroopolis eigentlich ziehen läßt. Den Ausspruch *Lepère*'s: „Bei der ganzen Topographie des Isthmus spielt die noch unentschiedene Lage von Heroon oder Heroopolis die hervorragendste Rolle", haben alle einsichtigen Männer späterhin gebilligt; bei jeder eingehenderen wissenschaftlichen Untersuchung, einerlei ob dieselbe historischer, nationalökonomischer oder naturwissenschaftlicher Art ist, sieht sich bald früher, bald später der Forscher gezwungen wegen der zweifelhaften Lage von Heroopolis Halt zu machen. Der Auffassung von *Naville*, daß Pithom in dem Trümmerfelde von el Maschûta, welches nördlich von dem *Lesseps*'schen Süßwassercanale und südlich von dem sog. Wady- sowie von dem alten Pharaonencanale begrenzt wird, gefunden, während Ramses noch unbekannt geblieben ist, schließe ich mich unbedingt an; *Naville*'s Funde und Darlegungen reden dieser Annahme zu sehr das Wort, und ich habe mich in der Literatur vergeblich nach einem gegentheiligen Grunde umgesehen, welcher sich mit den von *Naville* vor-

gebrachten Argumenten an Beweiskraft auch nur entfernt messen könnte. Dazu kommt noch, daß Pithom, welches in den von *I. Dümichen* (Geograph. Inschriften altägypt. Denkmäler. Bd. I. Leipzig. 1866) zuerst gesammelten Texten viermal genannt ist, das eine Mal mit dem lehrreichen Zusatze „an der Pforte des Ostens" auftritt, welche Bezeichnung auch weit besser für die Lage von el Maschûta als für die von Tell Abu Soliman passen würde. Patumos = Pithom zu setzen, scheint mir nach der Stelle bei *Herodot* ebenfalls unerläßlich, und auch davon bin ich überzeugt, daß unter Thou (Thoum u. s. w.) nicht Pithom, sondern eine ganz andere Stadt verstanden werden muß. Anders liegt die Sache, wenn von *Naville* Pithom = Heroon = Heroopolis gesetzt wird. Diese Verallgemeinerung könnten wir nur rechtfertigen, wenn das Rothe Meer zu damaliger Zeit die ihm von *Naville* u. A. zugeschriebene Ausdehnung auch nach unserer Ueberzeugung besessen hat. Führt doch als zuverlässige Autorität *Strabo* „bei Erwähnung unserer Stadt den *Eratosthenes*, *Artemidoros* und *Posidonius* an und belegt durch sechs Stellen (II, S. 85; XVI, S. 759 u. 769; XVII, S. 803, 804 u. 809), daß Heroopolis bei dem Winkel des Arabischen Meerbusens gesucht werden müsse" (*Ebers*, S. 491). *Schleiden* (S. 117) erging sich in ziemlich scharfen Ausdrücken über *d'Anville*, den Begründer der von *Naville* adoptirten Hypothese, und *Ebers* (S. 520) stimmt *Schleiden* darin vollkommen bei. Jedoch so einfach wie diese beiden Gelehrten die Frage nach der „nördlichen Ausdehnung der Suezbucht im Alterthume" aus der Welt geschafft zu haben glauben, läßt sich dieselbe keineswegs abthun, und sowohl die paläontologischen wie auch die geologischen Verhältnisse der Suezlandenge, welche *Schleiden* als stringenten Gegenbeweis ansah [1]), lassen hier im Stiche! Keinen Augenblick würde ich anstehen, durch die beiden, von *Naville* bei el Maschûta aufgefundenen römischen Inschriften (vgl. S. 109) auch den Beweis dafür als geliefert zu erachten, daß Heroon dicht an das ältere Pithom gegrenzt habe, und daß Clysma nur 9 römische Meilen davon entfernt gewesen sei, falls

[1]) *Schleiden* widerspricht sich ohnedies an einigen Stellen selbst, so S. 14 und S. 74, wo er in der Angabe *Plutarch*'s, daß „die Landenge von Suez da, wo sie am meisten von den Meeren zusammengedrängt wird (d. h. zwischen dem Ballahsee und den damals noch von Wasser erfüllten Bitterseen), 300 Stadien breit sei", einen Beweis dafür sieht, daß *Plinius* unter dem 37000 Schritt langen Canale den von den Ballah- zu den Bitterseen geführten Ptolemäercanal verstanden habe. Ferner befand sich auch *Schleiden* im vollkommenen Unrecht, als er (S. 31) schrieb: „Einige lassen den (früheren) Suezbusen bis ans Ende der Bitterseen gehen, andere bis in den Timsahsee. Die erste Meinung bedarf keiner besonderen Berücksichtigung, da sie nur aus unzulänglicher Kenntniß der Terrainverhältnisse entstanden sein kann; erreichte das Rothe Meer das Nordende der Bitterseen, so erfüllte es auch den Timsahsee." Der Vorwurf einer unzulänglichen Kenntniß der Terrainverhältnisse trifft in diesem Falle aber keineswegs die, gegen welche derselbe gemünzt war, sondern ganz allein *Schleiden* selbst; denn, auf das Niveau des Mittelmeeres bezogen, beträgt nach *Linant* (S. 108) die mittlere Höhe der Schwelle von Schaluf 4½ m., die des Serapeums dagegen nach demselben Autor (S. 113) 11 m.

sich nicht ebenso triftige Gründe geltend machen ließen, welche dagegen sprechen. Als solche sehe ich aber folgende an:

1. Beim Kilometer 150 des maritimen Canals, 83 des Süßwassercanals[1]) bildet die Wüste eine kleine Anhöhe, auf und an welcher mächtige Granitblöcke liegen, die Trümmer zweier großer Denksteine, die zur Perserzeit von Darius aufgestellt wurden. *De Rozière* hat sie wieder entdeckt, mit *Devilliers* in der Description de l'Égypte beschrieben und, wenn auch ungenügend, abgebildet. Auf einer Stele von ungeheurer Größe befindet sich auf der einen Seite eine hieroglyphische, auf der andern eine achämenidisch-persische (Keilschrift-)Inscription. „Die Wissenschaft", sagt *H. Brugsch* (Geschichte. S. 755), „dankt es dem Scharfsinn des berühmten Keilinschriften-Entzifferers *J. Oppert* (Sur les rapports de l'Égypte et de l'Assyrie p. 125 ff.), den Inhalt dieser Denktafeln durch seine Uebertragungen dem allgemeinen Verständniß zugänglich gemacht zu haben. Wir geben im Folgenden, nach *Oppert*, die Uebersetzung der wohlerhaltensten und deutlichsten Steininschrift. «Ein großer Gott ist Auramazdâ, welcher diesen Himmel schuf, welcher jene Erde schuf, welcher den Menschen schuf, welcher einen Willen gab dem Menschen, welcher Darius als König einsetzte, welcher dem Könige Darius dieses so große, so [herrliche] Reich übergab. Ich bin Darius, der König der Könige, der König vielsprachiger Länder, der König dieser großen Erde, in der Ferne und in der Nähe, des Hystaspes Sohn, Achämenide. Spricht Darius der König: Ich bin ein Perser. Mit Persien eroberte ich Aegypten (Mudrâya). Ich befahl diesen Canal zu graben, vom Strome Namens Nil (Pirâva) an, welcher in Aegypten fließt, bis zum Meere hin, welches von Persien herkommt. Hernach war jener Canal hier gegraben worden, wie ich den Befehl dazu erlassen hatte, und ich sprach: Gehet hin! von Bira (Heliopolis? *Br.*) an bis zum Gestade hin zerstöret den halben Canal. So war es mein Wille.»"

An anderen erhöhten Stellen finden sich zur Seite der Spuren des alten Canals ähnliche Blöcke. „Sie sollten", sagt *Lepsius*, „ohne Zweifel von dem auf dem Canale Vorbeifahrenden gesehen werden, und waren eben deshalb von so colossalen Verhältnissen und auf einen ansehnlichen massiven Unterbau gestellt. Es ist mir nicht wahrscheinlich, daß sich Darius auf die bis jetzt bekannten drei Monumente beschränkt haben sollte. Namentlich ist der Abstand des zweiten und dritten (bei Schaluf und Serapeum) zu groß gegen den des ersten und zweiten Monuments[2]), um nicht vermuthen

[1]) So nach *Baedeker* (S. 458); nach *Ebers* (S. 472) liegt der Sandhügel 2½ Kilometer nordwärts vom Kilometer 61 des Canals.

[2]) Vergleicht man die Entfernung des dritten vom zweiten mit der des zweiten vom ersten Dariusmonumente auf der *Linant*'schen Karte, so sind, in der Luftlinie gemessen, beide Distanzen indessen annähernd dieselben; nach *Linant*'s Karte befindet sich das zweite Dariusdenkmal wenig südwärts von Cabrat el chôf und wesentlich entfernt von dem heutigen Schaluf.

zu lassen, daß wenigstens noch ein Monument sich zwischen dem zweiten und dritten befand.“ Wozu, so frage ich, standen diese Denksteine hier, und was hätten hier Canalanlagen genützt, welche Darius nicht bis zum Rothen Meere fortzusetzen wagte, wenn die Fluth des Erythräischen Meeres das gegenwärtige Ufer des Timsahsees bespült haben würde?

2. *Naville* verlegt die Durchgangsstelle der Israeliten in die Nähe des Serapeums und läßt diesen seichten Pfad zugleich von Schiffen passiren, die nach den südlichen Breiten des Rothen Meeres abgehen und mit Elephanten beladen glücklich zurückkehren. Ich kann mir nicht vorstellen, daß ohne künstliche Canalanlagen Gewässer zugleich für Menschen wie für überseeische Transportschiffe passirbar sind, und mich führt diese Ueberlegung wenigstens zu der von *Naville* mitbekämpften Annahme, daß die alte Canalanlage (unter den Ptolemäern) sich weiter erstreckt haben muß als bis an das westliche Ufer des Timsahsees.

3. berichtet *Herodot:* „Alsdann zieht er (der Canal) sich aber in Durchsprengungen hinein und läuft vom Gebirge gegen Mittag und den Südwind in den Arabischen Meerbusen.“ Hieraus geht hervor, daß der Canal nicht unmittelbar hinter Pithom in's Rothe Meer einmündete, sondern daß er daselbst nach Süden umbog, und das würde unverständlich sein, wenn das Rothe Meer zu damaliger Zeit das Bassin des Timsahsees mitausgefüllt hätte.

4. *Schleiden* (S. 31) belehrt uns, daß „die alten Zeugnisse von der ältesten Zeit bis auf das dritte Jahrhundert unserer Zeitrechnung alle dahin übereinstimmen, daß die Landenge von Suez immer genau dieselbe Breite wie gegenwärtig gehabt hat. So sagt *Herodot* (IV, 41): «Libyen ist aber noch auf der zweiten großen Landzunge, denn von Aegypten fängt gleich Libyen an. Bei Aegypten ist nun diese Landzunge enge, da von unserm Meere in's Erythräische Meer 100 000 Klafter sind, was 1000 Stadien sind.» Es ist durchaus unberechtigt, wie *du Bois-Aimé* und *Lepère* thun, 1000 Stadien = 100000 Meter zu setzen, da *Herodot* selbst angibt: ein Stadium = 100 Klaftern (d. s. 600 Fuß); also machen 40 Stadien eine deutsche Meile aus, und da nun die von *Herodot* zwischen Mons Cassius und dem Suezbusen angenommene Entfernung die Länge des nächsten Weges zwischen diesen beiden Puncten sein wird, so stimmt seine Angabe mit dem gegenwärtigen Thatbestande so vollständig überein, als sich nach den Unvollkommenheiten der Bestimmungen von Wegslängen bei den Alten überhaupt erwarten läßt. Messen wir den Weg vom Râs el Kasrun über die Ruinen von Gerreh nach Bîr Abu Ruk und von hier der Westseite des Timsah- und der Bitterseen entlang, so erhalten wir 24 deutsche Meilen. Mit *Herodot* stimmt die folgende Mittheilung von *Strabo* (XVII. 1. § 21) überein: «Die Landenge zwischen Pelusium und dem Winkel bei Heroopolis

hält 900 Stadien oder, wie *Posidonius* sagt, weniger als tausend und fünfhundert.» Letzterer sehr unbestimmten Angabe wird von *Strabo* (XI. 1. § 5 und 6) selbst alle Glaubwürdigkeit abgesprochen und offenbar ist dieselbe auch zu hoch. Noch an einer andern Stelle heißt es bei *Strabo* (I. 2. § 18): «Zur Länge (des Arabischen Busens) kommt noch, daß der Winkel dieses Busens von Pelusium, welches die Landenge berührt, nur 3 bis 4 Tagereisen entfernt ist. . . ; . . der Winkel des Arabischen Busens . . . . . und die anliegende Landenge . . . . , welche nicht mehr als 1000 Stadien in der Breite hält.» *Plinius* (Hist. nat. V. 2) gibt nach dem *Agrippa* die Entfernung von Pelusium bis Arsinoë zu 125 römischen Meilen (Millia passuum) an, was gerade 25 deutsche Meilen ausmacht. *Ptolemaeus* (Geographia. Buch 8) bestimmt den Breitenunterschied zwischen Pelusium und Arsinoë, die nach ihm unter gleichem Meridiane liegen, zu 1°20′, was, wenn man den Grad des *Ptolemaeus*, wie er selbst bestimmt angibt, zu 500 Stadien rechnet, nicht ganz 17 Meilen ausmacht. Das letztere ist fast genau die gegenwärtige Breite der Landenge. Das *Iter Antoninum* (Edit. *Wesseling* S. 170) endlich gibt die Entfernung von Clysma (etwas südlich vom Nordende des Suezbusens) bis Pelusium zu 110 römischen Meilen, also zu 22 deutschen Meilen an, was mit *Ptolemaeus* und der wirklichen Lage von Clysma genau übereinkommen wird."

5. Nach *Plinius* (VI. 33) ist „die Sinaihalbinsel am breitesten im Norden zwischen Heroopolis und Charax Leaena (Aila)". Diese Bemerkung würde unzutreffend sein, wenn Heroopolis am östlichen Eingange zum Wady Tûmilât gelegen hätte. Auch durch die Erkenntniß, daß das Aeant des *Plinius* = Pithom ist (vgl. S. 109, Anm. 2) wird die Beweiskraft dieser Stelle nicht im mindesten herabgesetzt.

6. „*Al Kendy* sagt in seinem Werke «Aldjend al Moghreby», der Canal sei im Jahre 23 der Hedschra (643—644 n. Chr.) gegraben und in 6 Monaten fertig gestellt, sodaß ihn schon im 7. die Schiffe passiren und sich nach Hedschas begeben konnten" *(Lepère)*. Selbst mit Aegyptens großartigen, dem Herrscher immer disponibelen Arbeitskräften würde ein, den halben Isthmus vom Timsahsee bis Suez durchziehender Canal in dieser kurzen Frist unmöglich fertig zu stellen gewesen sein, wenn nicht von früheren Generationen einem solchen Unternehmen vorgearbeitet worden wäre.

Vorausgesetzt, daß die von *Naville* bei el Maschûta aufgefundenen römischen Inschriften sich hier nicht an einem unrichtigen Platze — sei es, daß sie für eine südlicher gelegene Ortschaft bestimmt, oder daß sie aus dieser auf irgend einem Wege nach Pithom gelangt waren — befinden[1]), kenne ich keinen andern Ausweg, um diese Widersprüche zu lösen, als

[1]) Derartige Verschleppungen haben sich, wie mich die Archäologen belehren, nachgewiesenermaßen gerade in der Römerzeit häufig ereignet.

anzunehmen, daß zwei Heroon und zwei Clysma existirten, von denen sich die einen am westlichen Ufer des heutigen Timsahsees, die anderen aber wenig nordwärts von Suez befunden haben.

Arsinoë, Kleopatris, Daneon, Cambysu, Clysma und Kolzum. Hinsichtlich der zu bestimmenden Lage der alten Ortschaften, welche sich in unmittelbarer Nähe der westlichen Spitze des Arabischen Meerbusens befanden, begegnen wir einer gleichen Meinungsverschiedenheit unter den Autoren als bezüglich der Lage von Heroopolis. Soviel ist aber sicher, daß die Orte, welche wir jetzt in Betracht ziehen wollen, keineswegs gleichalterig sind, sondern der Zeitordnung nach etwa so auf einander folgen, wie sie in der vorgesetzten Zeile der Reihe nach angeordnet sind. Arsinoë wurde von Philadelphus Ptolemaeus gegründet und nach seiner schwesterlichen Gattin benannt. Der erste, welcher die Stadt namhaft macht, ist *Agatharchides;* er bezeichnet sie als den Abfahrtsort der das Rothe Meer Beschiffenden. Wahrscheinlich ein Theil des Ortes *(Linant)* oder ein sehr benachbarter Punct *(Schleiden)* wird von *Strabo* Kleopatris genannt. „Zu Anfang des 4. Jahrhunderts, als Constantin Kaiser war, gab es kein Arsinoë mehr; dieses muß nur kurze Zeit bestanden haben, an seine Stelle war gewissermaßen Clysma getreten, wie der bei el Maschûta gefundene Meilenstein (vgl. S. 109) und der Geograph *Ptolemaeus* (cf. *Quatremère* I. p. 151 ff.) bezeugen" *(Naville).* Der Name Clysma findet sich weder bei *Diodor* und *Strabo*, noch bei *Plinius;* er tritt zuerst bei dem Geographen Ptolemaeus auf, findet sich in den Lebensbeschreibungen der Anachoreten aus dem 3. und 4. Jahrhundert unserer Zeitrechnung und kehrt bei arabischen Schriftstellern mehrfach wieder. Daneon wird als Hafenplatz nur von *Plinius* genannt, und es trägt den Anschein, daß zu dieser Zeit Arsinoë bereits verfallen und ein kleiner, sonst kaum bekannter Flecken an seine Stelle getreten war. *Linant* vermuthet, daß Tussûn (Schech Ennedek) Daneon entspricht: eine Position, welche nur *Naville* zu rechtfertigen vermöchte[1]). Auch in Bezug auf Cambysu sind wir allein auf eine Stelle bei *Plinius* (Hist. nat. VI. 33) angewiesen, welche folgendermaßen lautet: „Zwischen Nelos und Marchadas lag Cambysu, angelegt von den Kranken der Armee, die man hierher führte." Die Mitglieder der französischen Expedition unter Napoleon glaubten die Spuren dieses Ortes in dem zwischen dem südlichen Ufer der Bitterseen und Schaluf entdeckten zweiten Dariusdenkmale (vgl. S. 113) zu erkennen, ähnlich wie sie das nördlicher gelegene dritte Dariusmonument für die Reste eines Serapistempels hielten und Serapeum tauften. *Ebers* (S. 516) verlegte Cambysu wegen der Araberstämme, der Neler und Marchader, in deren Gebiete es liegen sollte, weiter nach Osten hin. *Schleiden*

[1]) Hören wir aber *Naville:* „*Plinius* sagt von dem Canal, daß er den Hafen der Daneon mit dem Nil verbunden habe. Dieser Name Daneon hat nicht identificirt

hielt nach *Plinius'* Worten Cambysu für ein Feldlazareth und läßt seine Lage fraglich, während *Naville*, um sich consequent zu bleiben, es am Timsahsee suchen muß. Jüngeren Datums ist das arabische Kolzum, in welchem der Name Clysma wiederkehrt. Der Name Kolzum soll sich nach *Schleiden* schon im 4. Jahrhundert (bei *Philostorgos*) als Bezeichnung des Suezbusens geltend gemacht haben, tritt dann von der Mitte des 7. Jahrhunderts ab bei den arabischen Schrifstellern allgemein auf, um zu Anfang des 16. Jahrhunderts dem Namen Suez zu weichen, welcher Ort südlicher, nach *El Kachendi* aber nördlicher als Kolzum gegründet wurde. Nach *Quatremère* (I. S. 183) soll *Makrizi* (1435 n. Chr.) Suez noch nicht gekannt haben, doch führt *Lepère* (S. 183—185) an, Suez sei nach *Makrizi* an der Stelle erbaut, wo Kolzum gelegen habe, läßt den Namen Suez aber trotzdem erst zur Zeit *Ben Ayas'* (1516 n. Chr.) bei den arabischen Schriftstellern an den von Kolzum treten[1]). „In der Reise des Grafen *v. Solms* und des Herrn *v. Breitenbach* (1483—84)", sagt *Schleiden*, „wird zuerst in dieser Gegend ein Feld «Choas» genannt, was wohl auf eine Verdrehung von Suez zurückzuführen ist und die Ansicht von *Quatremère* bestätigen würde, daß schon vor Gründung der Stadt Suez der Bezirk von Kolzum den Namen Suez erhalten habe. Daß im 16. Jahrhundert die Stadt Suez bestand, unterliegt nach den Reiseberichten z. B. von Graf *Albr. v. Loewenstein* und *Peter Belon* keinem Zweifel."

Ueber Kleopatris, Daneon und Cambysu ist nichts Weiteres zu berichten, um so mehr indessen über Arsinoë und Clysma. Wir helfen uns, wie ich glaube, auch bei der Besprechung der Lage dieser Ortschaften wieder am besten dadurch, daß wir unter Zugrundelegung einer Uebersichtstabelle die einzelnen Autoren über ihre Ansichten getrennt vernehmen.

Du Bois-Aimé: Arsinoë = Kleopatris (entgegen seiner früheren Meinung) = Kolzum = annähernd Suez.
Clysma = am westlichen Ufer des Rothen Meeres.
(Beelsephon = Ruinen $2^1/_2$ Meilen nordöstlich von Suez.)

Gosselin: Kolzum I = Tell el Kolzum (nördlich von Suez).
Kolzum II (= Clysma des röm. Itinerars) = 1° südlicher als Tell el Kolzum am Fuße des Djebel Kolzum.
Clysma I = ʿAin Mûsa.

werden können. Er ist wahrscheinlich ein Genitiv Pluralis und zeigt den Tribus an. Ich vermuthe den Namen auf dem Papyrus von Saneha wiedergefunden zu haben. «Als dieser von dem Sati befreit war, nahe dem See von Kemuer, ging Saneha mit ihm in die Gegend von Atima, welches unter der Herrschaft des Fürsten von Tennu stand.» Dieses scheint das Wort zu sein, welches *Plinius* Daneon übersetzt hat, und es würde demnach einen Nomadenstamm bezeichnen, welcher in der Nähe des Timsahsees seßhaft war."

[1]) Auch bei *Quatremère* heißt es im Widerspruch zu seiner obigen Behauptung: „*Makrizi* versichert, daß zu seiner Zeit Kolzum in Trümmern gelegen und an seine Stelle Suez getreten sei."

Lepère: Arsinoë (= Patumos = Posidium) = Kleopatris = Daneon = Kolzum (etwas nördlich von Suez) = Santaryeh (= Syouâh = Souyeh) *Makrizi*'s = Suez.
Clysma = ʿAin Mûsa.

Quatremère: Clysma = Kolzum = dem von *Niebuhr* entdeckten Ruinenhügel nördlich von Suez.
(Taubastum = in der Nähe von Clysma.)

Lepsius: Arsinoë (= Kleopatris) = etwas nördlich von Suez.

Schleiden: Arsinoë = Tell el Kolzum.
Cambysu vielleicht = den von der franz. Expedition Ost bei Nord von Suez entdeckten Ruinen.
Clysma = ʿAin Mûsa.

Ebers (ohne Gründe anzugeben):
Arsinoë = nordöstlich von Suez (noch östlicher als der Verlauf des gegenwärtigen maritimen Canals).
Clysma = Tell el Kolzum.

Linant: Arsinoë = Kleopatris = Serapeum (zwischen Timsah- und Bitterseen).
Clysma = Tell el Kolzum (s. Tell el Clysmel).
Daneon = Tussûn (Schech Ennedeh; südöstlich vom Timsahsee).

Naville: Arsinoë (bei Kemuerma d. h. Landungsplatz von Kemuer [*Brugsch*]) = Magfar (dazumal am Timsahsee = Golf von Charandra des *Plinius* gelegen).
Clysma = ungefähr an der Stelle des heutigen Nefische (südlich von Arsinoë).
(Daneon = kein Ort, sondern ein Nomadenstamm.)

Lepère's wie ***du Bois-Aimé***'s Annahmen basiren 1. auf der allerdings wenig zuverlässigen Nachricht des *Ptolemaeus*, der gemäß Arsinoë 0.40° südlicher als Heroopolis liegt; 2. lag nach derselben Quelle Clysma an anderer Stelle als Kolzum: 0.20° südlicher davon, sagt *Ptolemaeus*, was aber zweifellos übertrieben ist, und 3. rechtfertigt die *Tabula Theodosiana (Peutingeriana)*[1]), welche Arsinoë westlich und Clysma östlich vom Suezbusen stellt, letzteren Ort, welcher ein Militärposten war, an die Mosesquellen (ʿAin Mûsa) zu verlegen. Hierin weicht indessen *du Bois-Aimé* von *Lepère* ab, indem jener, sich berufend auf die Aussage des *Itinerarium Antonini*, daß Clysma 68 röm. Meilen von Heroopolis gelegen sei, Clysma an das westliche Ufer des Rothen Meeres setzt. Letztere Auffassung stimmt mit der von *Gosselin* überein, welcher sagt: „Nimmt man

[1]) Vgl. S. 105 Anm. 1.

Heroopolis = Suez, dann liegen, genau entsprechend dem *Itinerar*, zwischen Heroopolis und dem Serapeum 6 Meilen; hiernach kommt letzteres an den Eingang des Vallée de l'Égarement zu liegen, und von da sind es 16⅔ Meilen bis an den Fuß des Berges Kolzum, wo Clysma lag."

Quatremère. Von der Fülle literarischer Nachrichten, welche *Q.* zur Stütze seiner Ansicht vorführt, scheint mir die wichtigste immer noch folgende zu sein: „Wir lesen in der Lebensbeschreibung des heiligen Johann des Zwergen, daß dieser sich entschloß, nach der Burg von Clysma zu gehen, wo eine große Anzahl von Einsiedlern lebte. Er zog sich auf das Gebirge von St. Antonius zurück, einen Tagesmarsch von Clysma entfernt. Von Zeit zu Zeit begab er sich zur Burg, wo er fast alle Ansässigen zum Christenthum bekehrte. Nach seinem Tode wurde er an diesem Orte (Clysma) einbalsamirt und in der Kirche neben drei anderen Heiligen beigesetzt. Das Monosterium lag nach dem *h. Hieronymus*, nach *Abu Selah* wie *Makrizi* östlich von Atfih, südlich von Fostât, eine gute Tagesreise vom Rothen Meere entfernt; vom Ufer des Nil drei Tagereisen mit dem Kamele. Kosma, gesandt von Johann, dem 42. Patriarchen Alexandriens, gelangte in Kolzum an die Stelle, wo sich der Leichnam des h. Johann des Zwergen befand." *Q.* wendet sich hauptsächlich gegen die Ansicht *Gosselin's*, es hätten zwei Clysma wie zwei Kolzum existirt; er macht geltend, daß sämmtliche Angaben über Clysma *(Vitae patrum, Monumenta ecclesiae graecae, St. Antonius, Makrizi, Moschus, Lucian, St. Epiphanius, Philostorgos, Carta Peutingeriana)* nur auf Eines lauten, der Lage nach den von *Niebuhr* entdeckten Ruinen Kolzums entsprechend; „auch bezüglich Kolzums erwähnen die beiden ältesten arabischen Geographen, von denen wir Schriften besitzen: *Ibn Haukal* und *Massudi* (ebenso *Makrizi, Ibn al Wardy)* nur eins", und die Lagedifferenzen (in der Breite) von Kolzum, welche sich bei *Nasir-Eldin, Ulug-beig* und dem Verfasser des *Canon* finden, beruhen nach *Q.* auf incorrecten Wiedergaben. „Ebenso wird überall nur Ein Arsinoë und nicht deren zwei erwähnt." — Wie schon *Schleiden* bemerkte, geht die von *Q.* citirte reiche arabische Literatur nicht über die Mitte des 10. Jahrhunderts *(Ebn Haukal)* zurück, und kann deshalb auch nur die jetzt ziemlich allgemein verbreitete Meinung befestigen, daß Kolzum früher Clysma genannt wurde, nicht aber darthun, daß dieses das Clysma der ersten Jahrhunderte unserer Zeitrechnung ist.

Nach der Erzählung des *h. Hieronymus* berührt der h. Hilarius auf seinem Wege von Pelusium nach Babylon Thebatum (Taubastum),

welches (nach *Q.*) dieser Erzählung nach zu urtheilen, in der Nähe von Clysma gelegen haben muß.

Schleiden: Clysma. Die Angaben des *Ptolemaeus* über Länge und Breite von Clysma sind offenbar verdorben, denn danach würde der Ort in's Wasser fallen und jeder vernünftigen Vorstellung, die man sich von seiner Lage machen könnte, widersprochen werden. Doch lehrt die Angabe dieses Geographen: daß zwischen Arsinoë und Clysma ein ganzer Breitengrad gelegen ist, zusammen mit der Distanzangabe vom Serapeum, welche nach dem *Itinerarium Antonini* 50000 Schritt ausmacht, daß Clysma in den von *Antoninus Placentinus* und später auch von der französischen Expedition bei ʿAin Mûsa gefundenen Resten einer kleinen Befestigung zu suchen ist. Damit stimmt fernerhin die *Tabula Peutingeriana* überein, welche den Weg von Arsinoë nach Clysma über die Spitze des Meerbusens an das Ostufer desselben führt, und die Lebensgeschichte des heiligen *Sisois*, aus der sich Farân und Raithu (nach *C. Ritter* nördlich von Farân im Wady Gurundel, nach *Ebers* = Tôr) als benachbarte Orte ergeben. Kaum würde noch ein Zweifel auftauchen können, daß Clysma bei den Mosesquellen gelegen hat, „wenn nicht die späteren Araber ihr Kolzum, welches man den Buchstaben nach als eine Erinnerung an Clysma zu betrachten hat, ganz bestimmt an die Stelle legten, wo jetzt sich nördlich von Suez die Ruinenhügel befinden.“ In letzterem Falle handelt es sich aber nicht um das alte Clysma, sondern um eine spätere Uebertragung des Namens auf einen ungehörigen Ort, den schon *Browne* als die Ruinen von Arsinoë erkannte. „So wird es auch verständlich, wie z. B. *Gosselin* zwei Clysma annehmen konnte, obgleich nur ein wirkliches bestanden hat.“

Arsinoë. *Diodor* sagt: „Nach dem Erbauer des Canals heißt der durchfließende Strom Ptolemäus und am Ausflusse liegt die Stadt Arsinoë.“ Diese Stelle läßt über die Lage von Arsinoë nur noch wenige Zweifel, aber es bleibt hiernach noch fraglich, ob die Stadt östlich oder westlich vom Ausflusse lag. Nun kommt jedoch sowohl nach dem Geographen *Ptolemaeus* als auch nach der zuverlässigeren *Tabula Peutingeriana* Arsinoë südwestlich vom Suezbusen zu liegen, und die einzigen Ruinen, welche hiernach Arsinoë entsprechen können, sind die des heutigen Tell el Kolzum. „Diese Ansicht wird durch die Beschaffenheit der Ruinen noch wesentlich gestützt; denn das Gebiet der alten Trümmer theilt sich deutlich in zwei in einander übergehende Hügel, und es liegt die Vermuthung nahe, daß der eine, die ältere Stadt Arsinoë, der andere, der jüngere

Anbau Kleopatris darstellt und daher die leichte Verwechslung beider Namen entstand" (vgl. S. 116). Die Reste von Arsinoë in dem Ruinenhügel 1/2 Meile Ost bei Nord von der Spitze des Suezbusens zu sehen, widerspricht sowohl der Angabe, daß die Stadt am Ausflusse des Ptolemäercanals, von dem jener Ruinenhügel in gerader Linie gemessen 5/4 d. geogr. Meilen entfernt ist, gelegen war, als auch ihre verbürgte westliche Lage vom Nordende des Meerbusens. In oder bei Arsinoë's Ruinen entstand, als die Araber Aegypten erobert hatten, wahrscheinlich zum Schutz des Amrûcanals wieder ein kleines Castell, das den Namen Clysma oder Kolzum erhielt.

Linant legt einen besonderen Werth darauf, daß bei einem Volke, welches, wie die Araber, jede Ueberlieferung treu bewahrt, die Höhe nördlich von Suez noch allgemein (sowohl von den Araberstämmen, welche auf dem Isthmus selbst ansässig sind, wie auch von den Beduinen, welche in der Umgebung des Sinai hausen) als Tell el Clysmel bezeichnet wird. Ferner ist nach dem *Itinerarium Antonini*[1]) Babylon von Clysma 146 röm. Meilen (= 214126 Meter) entfernt; damit ist der Weg den Canal entlang durch das Wady Tûmîlât gemeint, und dieser beträgt 214 Kilometer. Auch nach dem *h. Epiphanius* kommt Clysma, welches hier ein befestigter Punct genannt wird, an die Spitze des Suezbusen zu liegen. Würde man mit *Gosselin* Clysma an das sog. Wady Tih (darunter ist hier das Thal von el Khrouebet und Hedeb Ramlieh südwestlich von Suez zu verstehen) verlegen, so ignorirte man alle von den Autoren und Itinerarien überlieferten Entfernungen; nach jedem derselben

[1]) Nach einigen Autoren datirt dieser Reisebericht aus dem Jahre 48 v. Chr. *Linant* hält ihn, da Clysma zur Zeit Cäsars noch nicht erwähnt wird, für jüngeren Datums: vielleicht in das 3. oder 4. Jahrhundert fallend. *Tobler* läßt den Antonin um 570 n. Chr. reisen. Diesen Angaben gegenüber darf das absprechende Urtheil *Ebers'* nicht unerwähnt bleiben. „Früher hat man", sagt *Ebers* (S. 559), „in Frage gestellt, ob Antoninus de Placentia (er war aus Piacenza) überhaupt gereist sei, oder ob man nicht das Itinerarium des Antonin für einen zur Zeit der Kreuzzüge unternommenen Betrug zu halten habe. Während wir die die Arabia Petraea behandelnden Abschnitte ausschrieben, wollte es uns schon nicht gelingen, uns *Tobler*'s und *Tuch*'s Urtheile, durch das unser Itinerarium für früh entstanden und echt erklärt wird, unbedingt anzuschließen. Unser «doch wohl» deutete auf unser Widerstreben, in diesem Puncte die Ansicht zweier hochgeschätzter Gelehrter zu adoptiren. Jetzt, nachdem wir die ganze Reisebeschreibung studirt haben, sind unsere Bedenken erheblich gewachsen, und wir möchten mit dem alten *Papebroch*, dem ersten Herausgeber des Buchs, *v. Gutschmid* u. A. m. aus inneren, an einer andern Stelle darzulegenden Gründen an der Echtheit dieses Buches zweifeln, das nicht nur durch das, was es erzählt, sondern, fast noch mehr durch manches, was es verschweigt, die ernstesten Bedenken mit Nothwendigkeit erwecken muß."

kommt Clysma an die Spitze der Bai von Suez und nach keinem südlich davon zu stehen.

Arsinoë. Als sich zur Zeit von Philadelphus Ptolemaeus das Meer aus der Umgebung von Heroopolis zurückgezogen hatte, und die ganze Gegend von Saba Biars, Abu Ballah wie der westliche Theil am Fuße des Serapeums Land geworden war, wurde die Gründung einer neuen Hafenstadt erforderlich. So entstand Arsinoë, durch den Ptolemäercanal (Amnis Ptolemaeus) mit Heroopolis in Beziehung erhalten. Arsinoë vermochte nicht hoch zu kommen, weil die Concurrenz, welche ihm durch das gleichzeitig angelegte Berenice erwuchs[1]), zu groß war. Durchaus zutreffend bemerkt *L.*: „Dieser Lage von Arsinoë (in der Nähe des Serapeums) entspricht das, was *Plinius* sagt, welcher uns wissen läßt, daß bei dieser Stadt die drei Wege, welche vom Mittelländischen zum Rothen Meere führten, in Einen zusammenliefen. Die Ausgangspuncte dieser drei Routen am Mittelmeere waren Gerreh, Pelusium und der Mons Cassius. Würden wir uns vorstellen, Arsinoë habe da gelegen, wo das heutige Suez steht, so erhielten wir für jenen Ort etwa die doppelte Entfernung vom Mittelmeere als nach unserer wirklichen Annahme. Wie ließe sich dann aber der Verlauf der drei Routen mit der Angabe von *Plinius* in Einklang bringen? Das Isthmusbassin hat immer bestanden, auf welchem seiner beiden Ufer verliefen die Wege?“ Wie konnten (so setze ich hinzu, denn das scheint mir das Wesentlichste zu sein) sich diese drei Wege erst bei Arsinoë treffen, ohne schon weit früher (am Timsahsee) in Einem aufzugehen? „Hierauf würde sich schwer eine Antwort finden lassen.“

Die von *Linant* citirte und von ihm allein richtig benutzte Stelle aus *Plinius* würde auch mich bestimmen, Arsinoë nördlich von den heutigen Bitterseebassins statt südwärts davon zu verlegen, falls nicht ein schwerer wiegender Grund mich daran verhinderte. Ein solcher ist nicht in schriftlichen Ueberlieferungen — die Angaben *Diodor*'s wie *Strabo*'s widersprechen der *Linant*'schen Deutung der *Plinius*'schen Stelle keineswegs —, sondern in den geologischen Verhältnissen der Suezlandenge zu finden, ja selbst in diesen als solchen kaum, sondern nur in Verbindung derselben mit den archäologischen Befunden. Nach *Fuchs* (vgl. S. 28) reichen die recenten Ablagerungen des Rothen Meeres mit normaler Fauna am westlichen Ufer des Großen Bassins der Bitterseen nur bis Fayed, an dessen östlichem Ufer

[1]) So *Linant* (S. 166). *Naville* (S. 26—28) weist hingegen darauf hin, daß Ptolemaeus Philadelphus die Gründung von Ptolemaïs Theron als einen der wichtigsten Erfolge seiner Regentschaft angesehen zu haben scheint, da von deren Erzählung die Tafel von Pithom voll ist, diese die beiden anderen Städte am Rothen Meere, Philotera und Berenice, aber nicht einmal erwähnt.

nicht ganz bis el 'Ambek hinauf, und die Ablagerungen in der nächsten Umgebung der Bitterseen sind pseudosarmatischer Natur. Noch südlicher als Arsinoë und Kleopatris nach *Linant* zu stehen kommen, schieben sich zwischen den Timsah- und die Bitterseen die recenten fluviatilen Ablagerungen des Nil, und danach müßten die Ruinenhügel dieser Städte jedenfalls südlicher, als *Linant* that, gesucht werden. Auf der gesammten Strecke vom Serapeum bis Suez findet sich aber nichts von Resten vor, was, wie *Schleiden* zuerst betonte, so sehr den Eindruck an eine alte Doppelstadt hervorruft als Tell el Kolzum. Dieser Betrachtung gegenüber dürfte die überdies keineswegs bestimmt und unzweideutig lautende Angabe eines Compilators, wie es doch *Plinius* war, an Beweiskraft zurücktreten, und da scheint es mir gerechtfertigt, wenn in Uebereinstimmung mit *Schleiden* Arsinoë mit Kolzum und nicht, wie *Linant* will, mit dem Serapeum identificirt wird.

Naville: Clysma. Mit der Angabe des von *N.* bei el Maschûta aufgefundenen römischen Meilensteines, welcher besagt „Ero — Clysma = 9 Meilen“ (vgl. S. 109) stimmt nicht die Angabe im *Itinerarium Antonini* überein, nach welchem die Entfernung von Ero bis Serapiu 11, die von Serapiu bis Clysma 5, also zusammen 16 röm. Meilen ausmacht. Eine der beiden Angaben muß nothwendig falsch sein; *N.* entscheidet sich zu Gunsten der des Meilensteines, „da dieser mit Sorgfalt gearbeitet ist und die auf dem Meilensteine (wie es in den römischen Provinzen, wo griechisch gesprochen wurde, Gebrauch war) zugleich lateinisch und griechisch angegebenen Zahlzeichen (Θ bedeutet 9) das Gleiche besagen.“

Arsinoë[1]) lag dem hieroglyphischen Texte zu Folge bei Kemuerma, d. h. nach *Brugsch* Landungsplatz von Kemuer. „Der Papyrus I. von Berlin berichtet, daß ein Aegypter, Namens Sancha, an den See von Kemuer, der nichts anderes als ein Bittersee gewesen sein kann, gelangt sei. Bevor er dorthin kam, passirte er eine Festung, und es ergibt sich daraus, daß schon Ramses und sein Sohn Menephtah die Verschanzungen im Wady Tûmîlât aufführen ließen. *N.* verlegt Kemuer an den Timsahsee und unter diesem See wird nach *N.* auch der Golf von Charandra des *Plinius* zu verstehen sein. *Agatharchides* sagt, daß von Arsinoë die Schiffe zum Rothen Meere abgingen, und *Plinius* berichtet, Arsinoë sei die Stadt, wo sich die drei Routen, welche vom Mittelländischen zum Rothen Meere führten, getroffen hätten. Zu Anfang des 4. Jahrhunderts, als Constantin Kaiser war, gab es kein Arsinoë mehr: das muß nur kurze Zeit bestanden haben;

[1]) Nach *Stephanus Byzantinus* gab es in Aegypten nur zwei Arsinoë: das eine im Fajûm, das andere bei Heroopolis.

an seine Stelle war gewissermaßen Clysma getreten, was auch die Inschrift des römischen Meilensteines sowie der Geograph *Ptolemaeus* (cf. *Quatremère.* I. p. 151 ff.) bezeugen.“ — „Clysma befand sich nach dem Meilensteine ungefähr da, wo jetzt Nefische liegt. *St. Epiphanius* sagt, Clysma war der Hauptort des einen Golfes vom Rothen Meere. *Lucian* erzählt von einem jungen Manne, welcher von Clysma nach Indien reiste. *Philostorgos* sagt ebenfalls, daß einer der Busen bei der ägyptischen Stadt Clysma geendet habe, und daß daher sein Name rühre. Nach *Strabo* lag Clysma am Ausgang des Canals, welcher durch die Bitterseen ging. *Plinius* gibt an, Philadelphus habe mit seinem Canalbau an den Bitterseen Halt gemacht, weil er befürchtete, die Gegend möchte überschwemmt werden, wenn er den Canal weiterführte. Er nennt den Canal «Amnis Ptolemaeus» und sagt, daß er an Arsinoë vorbeifloß. Diesen Angaben glaube ich entnehmen zu müssen, daß Arsinoë zur Zeit der Pharaonen an einem Sumpfbecken lag, welches durch Philadelphus schiffbar gemacht wurde, und ich setze Arsinoë an die Stelle des heutigen Magfar. Hier (und zwar nördlich von dem alten Canalbette) fanden die französischen Ingenieure im letzten Jahrhundert einige Ruinen, deren Lage der Angabe des *Ptolemaeus* (dergemäß Clysma südlich von Arsinoë lag) entspricht und in gewissem Maaße auch zu der *Tabula Peutingeriana* paßt, auf der die beiden Ortschaften durch den See getrennt werden.“

Die Auseinandersetzungen *Naville*'s trifft der nämliche Einwand, welche wir gegen die *Linant*'schen Annahmen erheben mußten. Zwischen der von *Naville* vorgeschlagenen Position von Arsinoë und dem Nordrande des Großen Bitterseebassins schieben sich an zwei Stellen (südlich wie westlich vom Timsahsee) in ununterbrochener Aufeinanderfolge und unbedeckt gelassen von den recenten Ablagerungen des Rothen Meeres die recenten fluviatilen Bildungen des Nil. Hieraus ergiebt sich ohne Weiteres die Unrichtigkeit der *Naville*'schen Vermuthung, doch läßt sich nicht in Abrede stellen, daß im Alterthum ein künstlicher Canal diese natürlichen alten Nildämme durchzogen hat. Damit ist die eine unserer Aufgaben erledigt. Wir stellen mit *Naville* Pithom an den Platz des heutigen el Maschûta, maßen uns über die Lage von Heroopolis kein bestimmtes Urtheil an und geben gern zu, daß sich das Rothe Meer indirect auch noch in historischer Zeit weiter nach Norden erstreckt hat als vor der modernen maritimen Canalanlage. Andererseits sind der Gründe aber viele, welche verbieten, uns der Anschauung anzuschließen, daß ohne vorausgegangene Anlage künstlicher Wasserstraßen Schiffe vom Rothen Meere direct bis zum Timsahsee gelangen konnten. Aus dieser Negation folgt unmittelbar die Be-

gründung unserer andern Ansicht, der gemäß Arsinoë und Clysma nicht nördlich von dem Bitterseebassin, sondern nur in der Nähe von Suez zu suchen sind.

Die erhaltenen Reste der alten Canalanlagen.

Die einzigen Hülfsmittel, welche sich uns bei der topographischen Bestimmung der alten Canalanlagen neben den sehr dürftigen schriftlichen Ueberlieferungen bieten, sind die Reste der Dämme und ihrer Befestigungswerke, die sich bis auf unsere Zeit erhalten haben. Der Feuereifer, das Wady Tûmîlât unter Cultur zu bringen, welcher unter Mohammed Ali's Herrschaft mit rasender Hast um sich gegriffen, doch nur um ebenso bald wieder gänzlich zu erlahmen, hat manche Spuren dieser alten Werke unkenntlich werden lassen. So ist z. B. das Bett des von Zagazick bis in's Wady Tûmîlât geführten Süßwassercanals theilweise ein altes; das Stück des Canals, welcher sich von dem Damme bei Abu Hammâd der Wüste und den Aeckern entlang durch den nördlichen Theil des Thales bis zum Râs el Wady hinzieht, ist gleichfalls das Bett eines alten Canals, doch hatte dieser immer nur geringe Dimensionen und jedenfalls nicht die Bedeutung als derjenige gehabt, welcher den mittleren Theil des Wady einnahm. Auf der Strecke vom Bahr el Achdar (dem alten Pelusischen Nilarme) bis zum Wady finden sich auch noch Ueberreste einer alten Wasserstraße, und ein ziemlich bedeutendes Stück einer solchen ist, wie wir schon früher mittheilten, südlich von den Bitterseen auch in die *Lesseps*'sche Süßwassercanalanlage hineingezogen. Die Spuren, welche gegenwärtig noch zu verfolgen sind oder von denen eine sichere Kunde auf uns gekommen ist, weisen an vier gesonderten Districten des Isthmus auf alte Canalbauten hin, welche, was uns hier allein angeht, thatsächlich dazu bestimmt waren, den Verkehr des Mittelländischen mit dem Rothen Meere zu erleichtern und zu beleben. Ich will nun versuchen, an der Hand der kundigsten Führer eine kurze Beschreibung der noch vorhandenen Reste dieser vier alten Canalanlagen zu entwerfen. Folgen wir zuerst *Linant*.

I. Vom Pelusischen Nilarme durch's Wady Tûmîlât zum Rothen Meere. Noch vor 50 bis 60 Jahren sah man im nördlichen Theile des heutigen Wady Tûmîlât die Reste eines alten Canales, welcher aber nur geringe Ausdehnungen besaß. Er verlief vom Westen nach Osten, der Wüste und der angebauten Thalsohle entlang; nur in der Nähe von Abu Hammâd und bei Tell Retâbe trat er zu Tage. Dieser Canal war zugeworfen und diente nur noch beim Steigen des Nil als Abzugsrinne für das Wasser, welches sich im Wady ansammelte. Die Canaldämme, welche man bei Tell

Retâbe im sog. Râs el Wady vor sich hat, sind viel breiter als die bei Abu Hammâd, doch auch zum Theil schon abgetragen.

Der wichtigste unter den alten Canälen im Wady ist der, dessen Anlagen nur noch bei Tell Abu Soliman vollständig erhalten sind; von diesem Orte ab westlich bis zum Bahr el Achdar ist von den Uferdämmen nur noch sehr wenig sichtbar, da die modernen Canalisirungswerke alles zerstört haben. Bei Tell Abu Soliman jedoch sind die beiden, 80 Meter von einander entfernten Uferbänke des alten Canals noch erhalten, deren nördliches auch Reste eines Ziegelbaues, vielleicht eines Forts, aufweist. Man erkennt an dieser Stelle, daß der Canal von Westen kam und wahrscheinlich in der Nähe von Bardouanah gerade auf den Bahr el Achdar zu gerichtet war. Auf der Linie von Tell Abu Soliman nach Gawarni sind die Dammanlagen der nördlichen Canalseite gleichfalls noch erhalten; sie liegen südlich von letztgenanntem Dorfe, hinter diesem verlieren sie sich im Sande, bleiben aber auch noch hier erkennbar; so z. B. unter dem großen Sandhügel von Abu Neschabé, ja bis zum Râs el Wady hin, welches sie bei Rfégé durchsetzen. An diesem Puncte vereinigt sich der Canal mit dem in nördlicherer Richtung angelegten Canalbette, welches viel großartiger als das seinige ist und ganz den Eindruck eines sehr alten und sorgfältig ausgeführten Baues macht. Nördlich von den Ueberresten dieses großen Canals verläuft, 60 Meter lang, von dem Sandhügel bei Abu Neschabé auf das Râs el Wady zu gerichtet, auch ein kleiner Bewässerungscanal aus moderner Zeit, der ohne jede Bedeutung ist.

Vom Râs el Wady wendet sich der Canal gerade nach Osten; er bleibt immer in Sicht und bei Schech Sek erreichen seine Uferwände eine beträchtliche Höhe. In Windungen geht er von hier nach Osten weiter, berührt die Südseiten von el Maschûta, Magfar und biegt bei Saba Biars ein wenig nach Südosten um, indem er Abu Ballah schon östlich von sich liegen hat. Zugleich nehmen seine Umgrenzungen wieder ein großartigeres Aussehen an: die Uferwände treten 30 Meter auseinander und bleiben so ungefähr 6 Kilometer Weges nach West-Süd-West gerichtet, parallel gelagert. Dann kommt eine Stelle, wo der Canal einen nach Ost-Nord-Ost gerichteten Seitenzweig, von welchem noch Spuren erkennbar geblieben sind, für den beim heutigen Schech Ennedek gelegenen alten Ort abgab und ein Befestigungswerk die Canalwand krönte. Von dieser Theilungsstelle ab wird der Canalverlauf ein südlicher, in einer Entfernung von 8 Kilometer gibt der Canal etwa 1000 Meter östlich vom Serapeum einen noch deutlich sichtbaren zweiten Seitenarm nach Osten ab und verliert dann auf seinem weiter nach Süden gerichteten Verlaufe immer mehr an Ausdehnung und Regelmäßigkeit, bis seine letzten Spuren im Isthmusbassin, bei einem ehemals großen Lagerhause, dessen Mauern zum Theil noch er-

halten sind, bei Chounneh, wie es *Linant* dem arabischen Sprachgebrauche entsprechend nennt, verschwinden.

35 Kilometer südlich von Chounneh, 22 Kilometer nördlich von der Spitze des Suezbusens, wird das alte Canalbett bei Cabret el chôf wiederum sichtbar; doch ist dasselbe jetzt viel kleiner und schlechter ausgeführt als in seinem Verlaufe nördlich von den Bitterseen und das Werk scheint überdies nicht derselben Zeitperiode anzugehören. Dieses letzte Stück des Canals läßt sich bis zu der Höhe nördlich von Suez verfolgen, und man sieht daselbst noch — sowohl am Fuße des Hügels wie auch am Meere (zwischen dieser Höhe und der Insel bei Suez, auf welcher sich der europäische Friedhof befindet) —, daß seine Uferdämme zum Theil gut gemauert waren. Das Mauerwerk am Ausgange des Canals dürfte nach *Linant* einer Schleusenvorrichtung angehört haben, welche dazu gedient, Wasser in den Canal hineinzulassen; an einer anderen Stelle (S. 189) verwirft er diese Ansicht aber wieder und glaubt zu wissen, daß das Gemäuer der von arabischen Schriftstellern (*Massudi* [† 957 n. Chr.] und *Makrizi* [† 1450]) erwähnten Brücke von Kolzum angehört habe.

II. Vom Timsah- zu den Ballah- und Menzalehseen. Nur auf der großen Karte von *Linant* finde ich die Spuren einer die Schwelle von Gisr durchbrechenden alten Canalanlage verzeichnet; dieselbe soll der von *Strabo* dem Necho zugeschriebene Canal sein, dessen Wiederherstellung Amrû wahrscheinlich schon unternommen hatte, als er durch Omar an der Ausführung seines Vorhabens verhindert wurde. „Die Höhe auf der Schwelle von Gisr", sagt *Linant*, „wird von den Ausschüttungen eines alten Canals gebildet, welcher 40 Meter breit ist, sich zwischen den Erhebungen 80 bis 100 Meter hinzieht und auf großen Strecken vollständig geradlinig verläuft. Etwa 500 Meter vom Ufer des Timsahsees entfernt, sind die beiden Seitenwände des Canals gut zu überblicken, wenn man den Weg von Nordwesten nach Südosten, auf das Palais des Vicekönigs bei Ismailia zu, einhält. Von diesem Puncte aus verläuft der Canal in nordwestlicher Richtung, und ungefähr 1800 Meter vom Timsahsee entfernt nehmen seine Wände eine erhebliche Höhe an. Die Spuren dieses Canals sind so deutlich, daß es ganz den Eindruck macht, als sei derselbe vor noch gar nicht so langer Zeit ausgegraben. Er zieht sich, westwärts gerichtet, bis zu den Sandhügeln, welche die Untiefen der alten Lagunen des Menzalehsees (d. i. das Terrain der heutigen Ballahseen) begrenzen, und welche mit den Höhenzügen von el Ferdân in Verbindung stehen; darauf durchbricht der Canal, nach Norden sich wendend, diese Dünendämme. Gegenwärtig liegt die Sohle der Canalanlage 14 Meter über dem Spiegel des Mittelmeeres."

III. Vom großen Bitterseebassin gerade aus zu den Ballahseen. Am Nordostrande des großen Bitterseebassins ungefähr in der Gegend

des heutigen el Amback treten parallel und bis an das Ostufer der Ballahseen fast geradlinig verlaufende Dammanlagen auf, welche sich auf mehrere Kilometer Länge unausgesetzt verfolgen lassen, und deren einzelne Stücke nach *Brugsch*'s genauer Zeichnung nothwendig so zusammengehangen haben müssen, wie es auf unserer Karte dargestellt ist. Merkwürdigerweise sind diese Ueberreste auf *Linant*'s Karte nicht eingetragen. Oestlich von el Ferdân setzen sich die Dämme nach Nordwesten fort, um bald am Ballahsee ihr Ende zu erreichen. Die Einrichtung dieser Wasserstraße wird den Ptolemäern zugeschrieben, und *Schleiden* (S. 73) war der Ansicht, daß *Strabo* wie *Diodor* dieselbe, wenn schon undeutlich gekennzeichnet hätten, und sich die Längenangabe in der von *Plinius* excerpirten Quelle allein auf sie beziehen könne. Man kann die knappen Notizen bei den alten Classikern sehr verschiedenartig deuten, und das ist auch zur Genüge geschehen. Aber gerade hier ist am meisten zu bedauern, daß nichts Sicheres und Bestimmtes vorliegt, da diese Canalanlage diejenige ist, welche die Wanderung der Thiere aus dem einen zu dem anderen Meere wesentlich unterstützen konnte. Daß dieselbe wirklich existirte, glaube ich den zoogeographischen Daten (vgl. S. 51 ff.) entnehmen zu müssen, und die verhältnißmäßig geringe Anzahl der dem erythräischen und dem mediterranen Gebiete gemeinsamen Thierformen kann uns lediglich in der Ansicht bestärken, daß die Zahl der euryhalen und der eurythermen Species überhaupt nur eine recht kleine ist.

IV. Von Phacusa direct zu den Ballah- und Menzalehseen. Die den untern Lauf des Pelusischen Nilarms in der Breite von Sâlihîye mit den Ballahseen verbindenden und gewöhnlich den Ptolemäern zugeschriebenen Canalanlagen schildert *Schleiden* (S. 72) unter Zugrundelegung der *Lepère*'schen Karte folgendermaßen: „Gewiß ist, daß Ptolemaeus Philadelphus eine ganz neue Canalanlage nach einem viel großartigeren Plane (als Darius) versuchte und durchführte. Der Bericht darüber beim *Strabo* (XVII. 1. §§ 24—26) ist zwar sehr ausführlich, aber doch wohl entschieden verdorben, denn manche Dunkelheiten und Ungenauigkeiten kann man nicht auf Rechnung dieses geistreichen und klaren Schriftstellers setzen, und man muß daher *Strabo*'s Mittheilung durch die Angaben von *Diodor* und *Plinius* und durch die in neuerer Zeit aufgefundenen Spuren dieses Canals ergänzen. Die Beschreibung des Canals entlehnt *Strabo* dem *Artemidoros*. Darnach zweigt sich zunächst ein Doppelcanal in der Nähe von Phacusa vom Nil ab und geht in die beiden Seen südlich von Pelusium (cf. *Strabo*, XVII. 1. § 26 am Ende, verglichen mit § 24). Diese Canäle sind noch jetzt zu verfolgen; der Anfang derselben von Fâkûs bis Sâlihîyeh ist auch noch gegenwärtig im Gebrauch, aber bei Sâlihîyeh verliert sich die Fortsetzung. Auf der großen Karte der Description de l'Égypte lassen sich jedoch die beiden Zweige, durch welche er sich in die beiden Seen (den Menzaleh-

und Ballahsee) ergoß, in den Terrainzeichnungen deutlich erkennen. Die eine Fortsetzung des Canals geht von Sâlihîyeh nach Râs el Ballah und ist auf der Karte als «Straße nach Katieh zur Zeit der Nilüberschwemmung» bezeichnet. Die andere Fortsetzung geht von Sâlihîyeh bis zur Verbindungsstelle des Menzaleh- und Ballahsees und heißt auf der Karte «Straße nach Katieh zur Zeit des niedrigen Wasserstandes des Nil».“

Die Nachrichten der Alten[1]) über die künstlichen Wasserstraßen zwischen dem Mittelländischen und dem Rothen Meere.

Herodot, Buch 2. § 158.[2])

„Psammetichs Sohn, Necho, welcher auch König von Aegypten wurde, legte die erste Hand an den Canal, welcher in's Erythräische Meer führt und nach ihm von Darius dem Perser weitergeführt wurde. Die Länge des Canals ist zu Schiffe in vier Tagen zu durchmessen, und er ist so breit gegraben, daß zwei Dreiruder neben einander dahin fahren können. Das Wasser ist in denselben aus dem Nil geleitet und zwar ein wenig oberhalb (d. h. südlich von) der Stadt Bubastis, nach der arabischen Stadt Patumos hin, und so geht er dann in's Erythräische Meer. Zuerst ist er nämlich in die ägyptische Ebene gegen Arabien hin eingestochen, an welche hinten das Gebirge stößt, welches sich nach Memphis zieht und die Steinbrüche enthält. Am Fuße eben dieses Gebirges ist der Rinngraben der Länge nach von Abend gegen Morgen hingeleitet; alsdann zieht er sich aber in Durchsprengungen (ἐς διασφαγὰς) hinein, und läuft vom Gebirge (also des Djebel Mokattam, Dj. Attaka und des nördlich von beiden sich hinziehenden Dj. Auebet) gegen Mittag und den Südwind (d. h. wendet sich dann nach Süden und läuft so) in den Arabischen Meerbusen. Wo nun der kürzeste und nächste Durchweg aus dem nördlichen (Mittelländischen) Meere in das südliche, eben dieses sogenannte Erythräische, führt, das ist vom Berge Cassius,

[1]) Es bereisten Aegypten:
Herodot 454 v. Chr.
Diodor 58 (oder 60) v. Chr.
Strabo 23 v. Chr.
Aristoteles schrieb seine „Meteorologica“ in Athen nach dem Archontat des Nicomachus (Olympiade 109, 4 = 341 v. Chr.) und vor der Expedition des Alexander (332 v. Chr.). Auch *Plinius* und *Plutarch* berichten nur nach Hörensagen; Ersterer war nie in Aegypten und Letzterer wahrscheinlich auch nicht!

[2]) Mit Benutzung der Ausgabe von *J. C. F. Bachr* (2. Aufl. Bd. I. Leipzig. 1856) nach den deutschen Uebersetzungen von *A. Schöll* (Stuttgart. 1828) und *Schleiden* (a. a. O.), sowie nach der französischen von *Larcher* (Paris. 1802).

der Grenze Aegyptens und Syriens, gerad aus 1000 Stadien in den Arabischen Busen. Das ist der nächste Durchweg; aber der Canal ist viel länger, insofern er mehr Krümmungen hat, und bei dem Ausgraben desselben unter König Necho gingen 120000 Aegypter zu Grunde. Necho hörte indessen mitten im Graben auf, da ihm eine Weissagung in den Weg trat, «daß er den Barbaren vorarbeite».“

Diodor von Sicilien. Buch 1. § 1.[1])

„Man schuf einen Verbindungscanal, welcher vom Pelusischen Golfe bis zum Rothen Meere verlief. Necho, der Sohn Psammetichs, begann ihn; der Perserkönig Darius setzte die Arbeiten fort, aber er unterbrach sie später auf das Anrathen einiger Ingenieure, welche versicherten, daß beim Durchstich des Canals Aegypten überschwemmt werden würde, da sie gefunden hätten, daß dieses tiefer läge als der Wasserspiegel des Rothen Meeres.“

„Ptolemaeus II. führte das Unternehmen zu Ende; aber er ließ an den geeignetsten Stellen des Canals Schutzwehre oder sehr sinnreich construirte Schleusen aufrichten, welche bei der Durchfahrt geöffnet, darauf aber sofort wieder geschlossen werden konnten. Davon schreibt es sich her, daß die letzte Canalstrecke, welche bei Arsinoë mit dem Meere in Verbindung steht, den Namen: Amnis Ptolemaeus führt.“

Strabo, Buch 17.[2])

§ 24. „Dann sagt er *(Artemidoros)*, der erste Canal für die von Pelusium Ausgehenden sei jener, welcher die sogenannten Seen neben den Morästen füllt; ihrer sind zwei, und sie liegen zur Linken des großen Stromes oberhalb von Pelusium in Arabien. Er erwähnt auch noch anderer Seen und Canäle in denselben Gegenden außerhalb des Delta. Neben dem einen See liegt auch der Sethroitische Landgau; dennoch zählt er auch diesen als einen der zehn im Delta. Uebrigens ergießen sich in dieselben Seen noch zwei andere Canäle.“

§ 25. „Ein anderer Canal aber ergießt sich in das Rothe Meer und den Arabischen Busen bei der Stadt Arsinoë, welche einige Kleopatris nennen. Er durchströmt auch die sogenannten Bitterseen, welche vormals bitter waren; als aber der Canal gezogen war, veränderten sie sich durch Zumischung des Stromes, so daß sie jetzt fischreich sind und besetzt mit Wasservögeln. Gezogen wurde der Canal anfänglich von Sesostris, vor dem Trojanischen Kriege; andere sagen: von des Psammetichs Sohne, welcher aber damit nur begann und sodann sein Leben einbüßte; späterhin vom ersten Darius, welcher das Werk fortsetzte. Aber auch Darius gab,

[1]) Nach der französischen Uebersetzung des Abbé *Terrason* (Paris. 1737).

[2]) Nach der deutschen Ausgabe von *C. G. Groskund* (Berlin u. Stettin. 1833).

von falschem Wahne bekehrt, das schon der Vollendung nahe Unternehmen wieder auf; man hatte ihn nämlich zu der Ansicht überredet, daß das Rothe Meer höher liege als Aegypten und, wenn die ganze Landenge durchstochen würde, Aegypten vom Rothen Meere überfluthet werde. Die Ptolemäer, welche den Durchstich zur Ausführung brachten, verschlossen den Canal derart, daß die Schifffahrt aus dem Canal in's Meer hinein wie auch umgekehrt leicht von Statten ging. Von dem Niveau der Wässer wurde schon in den ersten Abhandlungen gesprochen."

§ 26. „In der Nähe von Arsinoë liegt Heroopolis, und am Ausgange des Arabischen Meerbusens Kleopatris; ebenso finden sich dort Wohnstätten, mehrere Häfen und diesen benachbarte Seen. Hier ist auch der Phagroriopolitische Landgau mit der Stadt Phagroriopolis. Der Anfang des in das Rothe Meer sich ergießenden Canals ist bei der Burg von Phakusa, welcher sich die von Philon anschließt. Der Canal mißt 100 Ellen in der Breite, und seine Tiefe genügt schweren Lastschiffen. Die aufgezählten Ortschaften liegen der Spitze des Deltas nahe." § 27. „Dort findet sich auch der Bubastische Landbezirk mit der Stadt Bubastis und oberhalb desselben der Heliopolitische mit der auf ausgedehnten Erdanlagen erbauten Stadt Heliopolis."

C. Plinius Secundus, Hist. nat. Buch 6. § 29 (bei *Gosse* § 33).[1])

„Bei dem Aelanitischen Golfe liegt noch ein anderer, welchen die Araber Aeant nennen, und an ihm die Stadt Heroum. Zwischen Nelos und Marchadas lag Cambysu, angelegt von den Kranken der Armee, die man hierher führte. Es findet sich dort weiterhin der Hafen Daneon, von wo ein schiffbarer Canal zum Nil abgeht und so den Hafen mit dem Delta verbindet. Vom Nile bis zum Rothen Meere mißt der Canal 62 000 römische Schritt (= 46 872 Toisen; in *Grosse*'s Uebersetzung findet sich fehlerhaft 5 200 000 Schritt). Der Entwurf zu dieser Canalanlage fällt in's Alterthum und rührt von Sesostris her. Der Perserkönig Darius hatte die gleiche Absicht. Ptolemaeus II. ließ dann den Canal wirklich bauen und ihm eine Breite von wenigstens 100 Fuß, eine Tiefe von 30 (nach anderen Ausgaben, so auch bei *Grosse*, von 40) Fuß und eine Länge von 37 500 römischen Schritt (= 28 350 Toisen) geben. Er führte den Canal bis zu den Bitterquellen; ihn noch weiter fortzusetzen, trug man Bedenken; man fürchtete nämlich eine Ueberschwemmung, da die Lage des Rothen Meeres 3 Armlängen (cubitus) höher gefunden war als die Sohle von Aegypten. Einige geben nicht diesen, sondern einen anderen Grund an; man habe nämlich

[1]) Theils nach der französischen Uebersetzung von *Lepère* (a. a. O.), theils nach der deutschen von *G. Grosse* (Frankfurt a. M. 1782).

befürchtet, das Meerwasser würde das Wasser im Nil, das einzige trinkbare, verderben. Man macht aber die ganze Reise vom ägyptischen Meere her sehr oft zu Fuß, und es gibt dazu drei Wege. Der eine führt von Pelusium durch Sandfelder; man muß Stäbe stecken, wenn man ihn wieder finden will, da der Wind die Spuren gleich unsichtbar macht. Der andere geht 2000 Schritt hinter dem Berge Cassius ab und vereinigt sich nach 60 000 Schritt mit dem Pelusischen. An ihm wohnen die Auteischen Araber. Der dritte kommt von Gerrhum, auch Adipson genannt, geht durch das Gebiet der gleichen Araber und ist 60 000 Schritt kürzer; man passirt aber rauhe Gebirge und leidet dabei Wassermangel. Alle diese Wege führen nach Arsinoë, welches Ptolemaeus Philadelphus im Namen seiner Schwester am Golfe Charandra erbauete ..... Den Fluß, welcher an Arsinoë vorbeifließt, nannte er Ptolemaeus."

Einiges über die Canalanlagen auf der Suezlandenge im Alterthum und im Mittelalter.

Die ältesten Canalanlagen auf dem Suezisthmus. Für die ältesten Canalanlagen, für diejenigen also, an welche man jetzt die Namen Seti und Ramses knüpft, wird allgemein, ohne daß jemals ein Widerspruch dagegen erhoben worden wäre, die Abzweigung vom Pelusischen Nilarme verstanden, welche in das Wady Tûmîlât eintritt. Was man über dieselben Bestimmteres weiß, beschränkt sich auf die erwähnte hieroglyphische Inschrift (S. 6, Anm.) und auf die Angaben beim *Aristoteles* (Meteorol. I. 14, § 27), *Strabo* und *Plinius*[1]).

Ueber den Canal des Necho würden gleichfalls keine Meinungsverschiedenheiten herrschen, falls nicht *Linant*, lediglich um den von ihm zwischen dem Timsah- und Ballahsee aufgefundenen Dammresten eine möglichst große Wichtigkeit beizulegen, diese auf Grund der unbestimmten Schilderung *Strabo*'s als dem Wasserwerke Necho's zugehörige erklärt hätte,

[1]) *Letronne* hat nur Necho als den Erbauer des Canals anerkennen wollen. „Für die ältesten Canalanlagen ist nur *Herodot* Autorität", sagt er, „der als Augenzeuge berichtet und der sagt nichts von Sesostris. Das sind später hinzugefügte Legenden, die dem Bestreben der Griechen entsprangen, die Beziehungen von Griechenland zu Ägypten möglichst alt erscheinen zu lassen. Ein Gegenstück hierzu sind die ägyptischen Colonieen des Inachus, Kekrops und des Danaus, die auch in eine Zeit zurückversetzt werden, in welcher sich das eine Land um das andere noch nicht im geringsten kümmerte. Als *Aristoteles* seine Meteorologica schrieb, war der Canal außer Gebrauch, und so konnte er auch glauben, derselbe sei nicht fertig geworden. Uebrigens beweist der Umstand, daß *Aristoteles* von dem Unternehmen Necho's nichts gewußt hat, seine mangelhaften Kenntnisse von dem Canal. Die irrige Ansicht der späteren Schriftsteller *(Diodor, Strabo* und *Plinius)* erklärt sich dadurch, daß diese von den Geschichtsschreibern der Ptolemäer stark beeinflußt wurden."

Als einzigen Halt, die Stelle *Strabo*'s zu Gunsten seiner Idee deuten zu sollen, weiß *Linant* (S. 187) nur geltend zu machen, daß *Strabo* weder Bubastis noch Patumos, sondern nur als Ausgangsstelle des Canals den Arabischen Meerbusen bei Arsinoë namhaft macht.

Auf ebenso schwachen Füßen wie *Linant*'s Annahme des erst von ihm in seinen Resten aufgefundenen Nechocanals steht die Construction eines eigenen Dariuscanals, welche *Schleiden* versucht hat. Halten wir uns bei Bestimmung dieses Canalverlaufs an die Lage noch bestehender Ortschaften, so läßt *Schleiden* denselben in directer Linie von el Maschûta über ʿAgrud bis zum Rothen Meere (bei Suez) fortgeführt sein. Was *Schleiden* zu dieser Vorstellung bewog, sind folgende Ueberlegungen: 1. Die mitgetheilte Stelle bei *Herodot* erlaubt nicht den Canal noch über el Maschûta hinaus nach Osten weiter verlaufen zu lassen, da hier der Terrainverhältnisse wegen „Durchsprengungen" unmöglich waren und alsdann auch die Bitterseen (als ein wesentliches Moment) nicht zu umgehen gewesen wären, von denen *Herodot* aber nichts erwähnt. Den Canal den angegebenen Weg ziehen zu lassen, findet 2. weitere Stützen darin, daß es zwischen el Maschûta, ʿAgrud und Suez in der That ein felsiges Terrain zu durchbrechen galt, „was dem Necho, der zuerst diesen Weg versucht haben wird, leicht 120000 Menschen kosten konnte." Sowohl von *Pococke* wie auch von *Werli* sind auf der Strecke von ʿAgrud nach Suez alte Dammanlagen beobachtet, welche nach *Schleiden* dem Dariuscanale recht wohl angehört haben könnten; 3. würde die Länge des Canals in der von *Schleiden* angenommenen Richtung etwa 18 deutsche Meilen betragen, was, wie er meint, für eine viertägige Canalfahrt, von der *Herodot* spricht, gewiß nicht zu viel sei. Der entscheidende Beweisgrund, der gegen *Schleiden*'s Hypothese anzuführen ist und dieselbe völlig hinfällig macht, ist: daß bei dem, von *Schleiden* angenommenen Verlaufe die sämmtlichen drei Dariusmonumente ganz abseits von der Canalanlage zu stehen kommen, während sie, ihren Inschriften nach zu urtheilen (vgl. S. 113), in unmittelbarer Nähe des Canals gelegen haben müssen. *Schleiden* gibt selbst an, daß schon wenige Jahrhunderte vor *Herodot* das Rothe Meer seine nördlichste Grenze noch im Timsahsee erreicht habe; warum soll dasselbe nun, nach *Schleiden*'s eigenem Maßstabe (S. 14) gemessen, zu Darius' Zeiten nicht noch durch einen ebenfalls von Darius künstlich erweiterten Verbindungsweg auf der Suezbarre, die Bitterseen erreicht haben, warum sollen „Durchsprengungen" im Sinne *Herodot*'s auch an der Schwelle beim Serapeum von vorn herein ausgeschlossen sein? — Darin stimme auch ich mit *Schleiden*[1]) überein, daß die Aussage des *Herodot*, „der vielleicht kaum 60 Jahre nach Vollendung des Werkes

[1]) Diese Ueberlegung stammt von *Lepsius* (S. 350) her.

sich längere Zeit in Aegypten aufhielt und über Alles sehr genaue Erkundigungen einzog", schwerer in's Gewicht fällt als die Angabe des 100 Jahre späteren *Aristoteles* oder als die des fast 500 Jahre späteren *Strabo*'s, des Compilator *Plinius* gar nicht zu gedenken, — und daß deshalb auch, da *Herodot* den Dariuscanal ganz bestimmt als vollendet beschreibt, derselbe trotz den gegentheiligen Nachrichten bei den späteren Schriftstellern wohl fertig gestellt und passirbar gewesen sein wird.

Der Canal des Ptolemaeus. Die größte Meinungsverschiedenheit herrscht darüber, was unter dem Amnis Ptolemaeus zu verstehen resp. wie derselbe verlaufen ist. Seinen Anfang an den südlichen Rand der Bitterseen und seinen Ausgang in die Nähe von Suez zu verlegen, ging natürlich bei denen nicht an, welche die Fluthen des Rothen Meeres noch zur Zeit der Ptolemäer das Serapeum *(Linant)* oder selbst die Gegend des heutigen Magfar *(Naville)* erreichen lassen. Unter den Mitgliedern der französischen Expedition versuchte besonders *du Bois-Aimé* den Nachweis zu liefern, daß Arbeiten, welche die Ptolemäer ausführen ließen, um dem Meere nördlich von Arsinoë eine gewisse Tiefe zu geben, allein daran die Schuld trügen, daß man dem, in die Bitterseen eintretenden Arme des Rothen Meeres den Namen «Amnis Ptolemaeus» beigelegt habe. Die Strecke von 37000 Schritt, bis zu welcher die alte Canalanlage unter den Ptolemäern (nach *Plinius*) verlängert wurde, ist nach *du Bois-Aimé* die vom Râs el Wady bis el Maschûta. Daß die Bitterseen das Isthmusbassin ausgefüllt und Ptolemaeus Philadelphus den Theil des Canals ausgeführt habe, welcher jene mit dem Rothen Meere verbindet, würde nach ihm ein doppelter Irrthum sein; denn 1. gehörte dieser sog. Verbindungscanal damals noch zu dem Golfe des Rothen Meeres, und 2. hätte es zur Herstellung einer solchen Verbindung nur eines Canales von 3—4000 Schritten bedurft; die 37000 Schritt entsprechen dagegen der Länge von Suez bis zum Serapeum. Ferner wird die „Wasserrinne", welche Ptolemaeus bei Arsinoë anlegte, und welche *Plinius* als Amnis Ptolemaeus von dem Canalis Ptolemaeus unterscheidet, nur als ein Torrent gedeutet: dazu bestimmt, das Regen- und Quellwasser von den Höhen des Vallée de l'Égarement den Bewohnern der Stadt für ihren Lebensunterhalt zuzuführen. Diese Canalanlage würde demnach mit dem eigentlichen Canale des Ptolemaeus garnichts zu schaffen haben, und konnte nach *du Bois-Aimé*'s Meinung nur von denen mit dem Canale zusammengeworfen werden, welche sich niemals an dem Orte selbst befunden haben. So wurde, fährt *du Bois-Aimé* fort, dem Ptolemaeus auch die Anlage von Schleusen und Dämmen in der Nähe des heutigen Suez zugeschrieben, welche damals ganz nutzlos gewesen sein würden und zweifellos garnicht existirt haben. *Linant* (S. 166 u. 194), der das Ufer des Rothen Meeres zur Zeit des Ptolemaeus Philadelphus bis zum Serapeum reichen läßt,

schließt aus den sich widersprechenden Angaben von *Plinius* und *Diodor*, daß der Canal vom Ptolemaeus bis etwa in die Gegend des heutigen Abu Ballah fortgeführt und nach der Gründung von Arsinoë durch den Amnis Ptolemaeus mit dem Rothen Meere (bei dem sog. Serapeum) verbunden worden sei. *Linant* erläutert seine Auffassung durch eine besondere Zeichnung, doch sind die Gründe für seine Annahme aus der bildlichen ebenso wenig als aus der schriftlichen Darstellung zu errathen oder vielleicht richtiger ausgedrückt: zutreffende Gründe gehen seiner Ansicht ab. *Naville*'s Auffassung unterscheidet sich von der *Linant*'s nur dadurch, daß Ersterer aus der Bemerkung des *Plinius* den Schluß ableitet: Arsinoë habe an einem Sumpfbecken gelegen, welches durch den Amnis Ptolemaeus schiffbar gemacht wurde, und welches an der Stelle des jetzigen Dorfes Magfar zu suchen sei. — Den Ansichten dieser Autoren treten wir nicht bei, sondern bleiben der alten Auffassung treu, der gemäß der Amnis Ptolemaeus einen integrirenden Bestandtheil des Ptolemäercanales ausmachte, indem er das südliche Ende der Bitterseen mit dem Rothen Meere verband und von Cabrat el chôf bis in die Nähe von Suez gereicht haben muß.

Bezüglich dieses Canals enthält ein Aufsatz von *Letronne* (L'isthme de Suêz. Revue des deux mondes. 4 Sér. T. 27. Paris. 1841. p. 215—235) folgende nicht unwichtigen Notizen: „Die Angabe des späteren *Plinius:* Philadelphus habe den Canal nur bis zu den Bitterseen geführt, fällt gegenüber der von *Herodot* nicht in's Gewicht, und *Plutarch*'s Mittheilung von der verunglückten Flotte der Kleopatra widerspricht nicht der Annahme, daß der Canal unter den letzten Lagiden noch passirbar war. Auch *Plutarch* schrieb erst 120 Jahre nach der Begebenheit und schöpfte bei seiner Lebensbeschreibung des Antonius nicht aus so vorzüglichen Quellen als bei seinen Memoiren des Augustus. Vergegenwärtigen wir uns aber, daß der Canal im besten Falle nur 2 m. Tiefe besaß, so mußte die Schifffahrt von den Nilanschwellungen sehr beeinflußt werden. Der niedrigste Wasserstand des Nil währt von März bis Ende Juni; aber lange vor und nach diesem Zeitraum wird die Schifffahrt auf dem Canale schon darniedergelegen haben. Die Schlacht bei Actium fand am 2. September 31 v. Chr. statt, und aus den Ereignissen nach der Schlacht ergibt sich, daß Antonius die Kleopatra nur in den ersten Monaten des Jahres 30, im Februar oder noch später, also jedenfalls bei niedrigem Wasserstande, eingeholt haben kann (cf. *Drumann*, Geschichte Roms. Th. I. S. 486 ff.). Die ersten Schiffe der Kleopatra, welche den Canal passirt hatten, wurden von dem in Petra ansässigen Araberstamme verbrannt."

Der mit *Schleiden* auch von uns angenommene zweite Ptolemäercanal, welcher von dem Menzalehsee zu dem Timsahsee direct verlief, wird wie jede andere alte, Meer mit Meer ohne Vermittlung des Nil verbindende

Canalanlage von *Letronne* in Abrede gestellt. Nach diesem vortrefflichen Alterthumsforscher „haben die alten Canalanlagen immer den indirecten, niemals den directen Weg eingeschlagen, und zwar 1. weil das Delta von der Wasserstraße, deren Hauptzweck in den Getreideexporten nach Arabien bestand, an erster Stelle hat profitiren sollen, und 2. weil ein dauerhafter Hafen an der Küste von Pelusium — weniger der dortigen Terrainverhältnisse als der beständig von Westen nach Osten gerichteten Luftströmung wegen, die jeden Hafen östlich von der Nilmündung zum Versanden bringen mußte — nicht herstellbar war". Als dritten, jetzt aber hinfällig gewordenen Beweisgrund führt *L.* auch noch die Niveaudifferenzen beider Meere an. Die uns erhalten gebliebenen Spuren der Ptolemäeranlage sprechen aber zu überzeugend gegen die Ansicht von *Letronne*.

Der Amnis Trajanus. *Schleiden*, der die Nachrichten der „phantasierenden" späteren arabischen Schriftsteller über den Trajans- und Hadrianscanal nicht gelten lassen will, betrachtet nach den von ihm citirten Zeugnissen des *Ptolemaeus*, des *Julius Honorius Orator* (vielleicht im Anfang des 5. Jahrhunderts) und der Kosmographie des *Pseudo-Aethicus* doch wenigstens soviel als festgestellt, „daß der Theil des Ptolemäercanals, der die Bitterseen füllte und der sie mit dem Rothen Meere verband, noch im 3. Jahrhundert vorhanden und wahrscheinlich von einem schmeichelnden Statthalter dem Trajan zu Ehren umgetauft war". *Schleiden* konnte es dabei aber nicht entgehen, daß der Notiz beim *Ptolemaeus:* «Der Trajansfluß fließt durch (Heroopolis) und die Stadt Babylon», zugleich zu entnehmen ist, daß die noch jetzt bestehende Verbindung des Wady-Canals durch den Bahr el Achdar und den Cairocanal mit dem Nil in der Nähe des alten Babylon schon vor *Ptolemaeus* fertig gestellt sein musste, und daß vielleicht ein Versiegen des Pelusischen Nilarms diese neue Canalanlage nothwendig gemacht hatte. Dieser später als «der Canal des Fürsten der Gläubigen» bezeichnete, künstlich hergestellte Wasserlauf wird von den arabischen Schriftstellern einstimmig dem Trajan oder was chronologisch ziemlich dasselbe besagt, dem Hadrian zugeschrieben, und da liegt doch wohl genug Veranlassung vor, sich etwas genauer in der Literatur umzusehen, bevor man sich wie *Schleiden* zu der Behauptung versteigt, daß wir aus den alten Quellen so gut wie nichts vom Trajanscanal und absolut garnichts von einem Hadrianscanal erfahren. Schon die Brochüren von *Letronne* hätten *Schleiden* zu einer andern Auffassung bekehren können, doch waren dieselben ihm unbekannt geblieben.

Letronne sagt: „*Lepère* wie *de Rozière* haben bezweifelt, der Hadrianscanal sei für den Schiffsverkehr bestimmt gewesen. Daß daran nicht zu zweifeln ist, geht nicht nur aus den Zeugnissen arabischer Schrifsteller, die ausdrücklich angeben, der Canal habe der Schifffahrt gedient, sondern

auch aus der Stelle beim *Lucian* (vgl. S. 124)[1]) und noch mehr aus dem Geschichtswerke des *Gregorius* von Tours[2]) hervor. Dort heißt es gleich am Anfange: « . . . super ripam vero ejus (d. h. Nili) non Babylonia de qua supra meminimus, sed Babylonia altera civitas (d. i. Fostât) collocatur, in qua Joseph Horrea (d. s. die Pyramiden) miro opere de lapidibus quadris et coemento aedificavit . . . ante dictus vero fluvius ab oriente veniens ad occidentalem plagam versus (d. h. usque ad) Rubrum mare vadit; ab occidente vero stagnum sive brachium de mari Rubro progreditur, vadit contra orientem, habens in longo millia circiter quinquaginta, in lato autem decem octo; in hujus capite Clysma civitas aedificata est; non propter fertilitatem loci, cum nihil sit plus fertile; sed propter portum; quia naves ab Indiis venientes, ibidem ob portus opportunitatem quiescunt; ibi comparatae merces per totam Aegyptum deportantur.»" *Letronne* setzt hinzu: „Die Länge des Suezbusens beträgt 20 Meilen = 1°, und seine mittlere Breite 4—5 Meilen, was also mit der Angabe *Gregor*'s übereinstimmt; der Golf erstreckt sich von Südwesten nach Nordosten und *Gregor*'s Ausdruck: «ab occidente contra orientem» ist dadurch ebenfalls gerechtfertigt." „Die Mehrzahl der Pilger", so fährt *Letronne* fort, „welche seit dem 4. Jahrhundert zu den heiligen Orten Palästina's wallfahrteten, unterließen es selten über Aegypten zu gehen, um dort die Einsiedler in der Thebaïde zu besuchen. Sie landeten in Tennis, fuhren den Nil hinauf, begaben sich auf dem Canal an das Ufer des Rothen Meeres, um das Theater und die Ruinen aus der Zeit des Pharao zu betrachten, und besuchten, bevor sie sich nach Jerusalem begaben, auch noch die durch den Aufenthalt des Moses und der Israeliten geheiligten Plätze." — „Jedenfalls ergibt sich aus der Stelle bei *Gregor*, daß der Hadrianscanal wenigstens noch zu Anfang des 6. Jahrhunderts schiffbar war, und daß *Procope*, der Beschreiber der Thaten Justinian's, den Canal nicht erwähnt, kann nur darin seinen Grund haben, daß dieser nicht über Alles sprechen wollte, und der Canal möglicherweise zu dieser Zeit, wo die Vertheidigung hauptsächlich den von der Nordküste andringenden Barbaren galt, auch ganz vernachlässigt wurde."

Lepère's Ansicht erfahren wir aus dessen Auszuge des *Alfergan*. Dieser lautet: „Der Ueberlieferer fügt hinzu, daß *Makrizi* in seinen Commentarien über Aegypten unter anderen Folgendes berichte: «Der Fürst, welcher zum zweiten Mal den Canal (von Cairo) graben ließ, ist Kaiser Hadrian; sei es, daß dieser den unter den Auspicien Trajans bereits begonnenen Canalbau zu Ende führte, oder sei es, daß er sein alleiniger Schöpfer resp. Wiederhersteller ist». Am wahrscheinlichsten ist es, daß der größte Theil der

[1]) *Lucian*'s Blüthezeit fällt nach *H. Dodwell* und *de Sainte-Croix* ungefähr in die Jahre von 160—170 n. Chr.

[2]) *Gregorius* von Tours ist 544 geboren und hat sein Werk gegen 590 geschrieben.

Canalarbeiten unter Hadrian ausgeführt wurde, und daß dieser, als Trajan's Stiefsohn, dem Canale den Namen seines Vorgängers beilegte. Verschiedene Inschriften und Steingravirungen deuten das an. Nichts steht also der Annahme im Wege, daß der Trajanscanal nicht der eigentlich erst von Hadrian hergestellte ist. Nach unserem arabischen Gewährsmann ist dazumal der Canal aber zum zweiten Mal ausgehoben; denn kurz vorher sagt er, der Canal sei zur Zeit Abrahams von einem altägyptischen Könige angelegt worden." Gegen diese Schlußfolgerungen *Lepère*'s macht *Schleiden* nur mit Unrecht geltend, daß Trajan, soviel wir wissen, nie in Aegypten gewesen wäre und sich auch um die Canalisirung Aegyptens schwerlich gekümmert hätte. Zutreffender erinnert er aber gleich *Letronne* daran, daß die Stimmung Hadrians für Trajan keineswegs eine günstige gewesen ist, und ich muß auch noch darauf hinweisen, daß, wie schon aus dem Schlußsatze *Lepère*'s hervorgeht, der Pharaonencanal von *Makrizi* wie von *Alfergan* mit dem Amnis Trajanus zusammengeworfen wurde.

Die schätzenswertheste neuere Arbeit, welche den Trajanscanal behandelt, ist die geistreiche Schrift von *Letronne:* L'isthme de Suêz (a. a. O.). Diese enthält etwa Folgendes: „Daß der von den Ptolemäern angelegte Canal unter den ersten römischen Kaisern noch im Betriebe war, ist kaum zu bezweifeln. Die (nach dem Zeugnisse *Strabo*'s [XVII, p. 788 u. Anm. von *Gosselin* in der franz. Uebersetzung T. V. p. 318]) unter Augustus auf die Canalbauten verwendeten Bemühungen und die gute Verwaltung Aegyptens unter seinen Nachfolgern erlauben nicht anzunehmen, daß der Canal, welcher den Verkehr mit Indien und dem Rothen Meere so gehoben und belebt hatte, vernachlässigt worden sei. Auch noch *Plinius* bezeichnete den Canal, welcher bei Arsinoë mündete, als navigabilis alveus. Er erhielt ihm den Namen Amnis Ptolemaeus, welcher bis zur Zeit des *Diodor* von Sicilien gebräuchlich blieb. Den vier ersten Cäsaren bot sich keine Gelegenheit, an dem Canale größere Neubauten auszuführen, welche ihre Namen daselbst hätten verherrlichen können. Doch zur Zeit des Geographen *Ptolemaeus* war der alte Name außer Brauch gekommen und an seine Stelle: Amnis Trajanus getreten. *Ptolemaeus* (Geogr. IV. 5. p. 106) sagt, daß dieser Canal nach Heroopolis und Babylon geführt habe, und daraus folgt, daß die neue Bezeichnung sich auf seine gesammte Ausdehnung bezog, und daß das Verdienst des Trajan sowohl in einer ausgedehnten Reparatur des dem Rothen Meere benachbarten Canalendes wie auch in der Einrichtung einer neuen Wasserstraße bestand, die bei Babylon sich vom Nil abzweigte und den Zweck hatte, dem alten Canalbette mehr Wasser zuzuführen. *Makrizi* spricht nur von einem Hadrianscanal und *d'Anville* wie *Lepère* haben sich dadurch zu der Ansicht verleiten lassen, der Canal sei erst von Hadrian wiederhergestellt, welcher auf Monumenten unter anderen auch den Namen

Trajan führt. Doch ist es jedenfalls sehr unwahrscheinlich, daß Hadrian bei seiner Rivalität gegen Trajan einer Canalanlage den Namen seines Vorgängers gegeben hat, und *Makrizi*, der viel später lebte, ist in diesem Punkte auch nicht als Autorität zu betrachten. Die Angabe des *Ptolemaeus* stimmt überdies zu den Thatsachen, welche sich bei der Wiederauffindung der alten Porphyrbrüche ergeben haben. Diese Brüche, aus welchen die Römer den herrlichen Stein zur Ausschmückung ihrer Tempel, Basiliken, Paläste und Bäder bezogen, sind lange unbekannt geblieben. *Winkelmann* (Hist. de l'art. Livre II, c. 21 § 29) und selbst noch *Visconti* (Museo Pio Clement. édit. de Milan. T. VI. p. 247) verlegten sie nach Arabien; andere auf Grund des *Plinius* und *Ptolemaeus* mit mehr Recht in die Thebaide, ein wenig oberhalb der Route von Kene nach Kosseïr; in dieser Gegend zwischen 27 u. 28° nördl. Br. haben sie dann auch *Burton* und *Wilkinson* 1821 resp. 1822 entdeckt."

„Die Porphyrbrüche befinden sich neben den Resten einer alten Stadt in den Höhenzügen am Djebel Dokhan, und es sind daselbst noch die Werkräume vorhanden, wo der Porphyr ehemals bearbeitet wurde. Beim Djebel Fateereh, etwa 80 km. südlicher, sind auch die Reste einer alten Stadt, welche 1500—2000 Einwohner gehabt haben mag, nachweisbar. Hier findet sich aber nur Granit, und von seiner Bearbeitung zeugen in den Brüchen noch eine Menge fertiger wie unfertiger Säulen verschiedenster Größe und bis zu 18 m. Länge. Sicherlich nur kleinere Sachen ließen sich, wie die Entdecker der Brüche wollen, aus dem 80 oder 100 km. vom Flusse entfernten und durch mehrere Querthäler davon getrennten Brüchen auf dem Nil nach Alexandrien schaffen; größere Gegenstände (wie z. B. die Porphyrwannen in der Bibliothek und dem Museum des Louvre, die $4^{m}.05$ resp. $3^{m}.25$ im Durchmesser haltenden Porphyrgefäße im Vatican und im Museum von Neapel, die Grabdenkmäler der heiligen Helene und Benedict's XIII., die 11 Fuß hohe Statue des Diocletian) sind mit ziemlicher Gewißheit aus den Brüchen nach Myos Hormos transportirt. Besonders gilt das für die Producte aus dem Djebel Fateereh, den mehrere Quergebirgszüge vom Nile trennen; diese, wenn schon nicht sehr hoch, müssen den Transport der über 12—15 m. langen Säulen, von denen wir noch die Reste am Monte Citorio und in den Thermen des Diocletian antreffen, unmöglich gemacht haben. Zwar auch dem Meere zu boten sich Schwierigkeiten, doch waren hier die Blöcke (ähnlich wie auf Elba und bei Syene) viel leichter auf einem abschüssigen Terrain nach abwärts zu bewegen. Am Meere lagen die beiden Hafenplätze: Myos Hormos und Philotera. Die Tempelinschriften bei den Steinbrüchen besagen, daß viele Verurtheilte in den Brüchen arbeiten mußten; die große Zahl der Verbannten und die damit verbundenen Gefahren machten eine Trennung der Gefangenen in zwei Abtheilungen er-

forderlich, und diese ihrerseits ließ auch wohl vornehmlich die beiden Hafenstädte nothwendig werden. Der Porphyr ist von den alten Aegyptern nie zu Steinarbeiten verwendet worden; man findet davon keine Andeutung weder auf großen, noch auf kleinen Denkmälern, welche von rein ägyptischem Style sind. Den Aegyptern standen so viele schöne Gesteinsarten: Granit, Basalt, Alabaster, Breccien etc. zur Verfügung, daß sie den Porphyr, dieses härteste aller Gesteine, liegen ließen oder auch wohl nicht zu bearbeiten verstanden. Nach *Plinius* (XXXVI, cap. 7, § 57) war es der Procurator Vitrasius Pollion, welcher dem Kaiser Claudius die ersten, noch jetzt vorhandenen Porphyrstatuen schickte. *Visconti* (a. a. O., T. VI, p. 247) nimmt an, daß zu dieser Zeit die Porphyrbrüche erst entdeckt sind, und dafür sprechen auch zwei von *Gardner Wilkinson* (cf. *Letronne*, Recueil des inscriptions latines et grecques de l'Égypte. Vol. I. 1842. p. 143 ff.) mitgetheilte Inschriften — eine aus der Zeit des Trajan, eine andere aus den ersten Jahren des Hadrian —, welche die Steinbrüche am Mons Claudius gelegen sein lassen. Beim Djebel Fateereh, wo man den Granit aushob, bezeugt eine andere Inschrift, daß diese Brüche später (gegen das 12. Jahr des Trajan) in Arbeit genommen worden sind; in dieser Zeit erhielt der Steinbruch den lateinischen Namen Fons Trajanus, oder griechisch Ὄρευμα Τραϊανόν: Bezeichnungen, welche die alte Geographie bislang nicht kannte. So findet die Angabe des *Ptolemaeus* von dem Trajanscanale durch diese Inschriften ihre Bestätigung, und macht es zugleich wahrscheinlich, daß der Canal nur deshalb wiederhergestellt wurde, damit der aus den Brüchen gehobene Granit von Philotera aus zu Schiff auf den Nil gelangen konnte. Als die Steinbrüche verlassen wurden, verfiel auch der Canal. Nach der Stelle bei *Lucian* (vgl. S. 124) — die deshalb so werthvoll ist, weil *Lucian* zu verschiedenen wichtigen Arbeitsleistungen in Aegypten selbst ausgebildet worden war — zu urtheilen, befand sich die Canalschifffahrt in den ersten Jahren des Antonin noch in voller Thätigkeit. Die späteren Schriftsteller sprechen von dem Canalverkehr nicht mehr, und so darf es wohl als das Wahrscheinlichste betrachtet werden, daß derselbe während des glanzvollen Jahrhunderts unter den Antoninen, welche alle Quellen der Glückseligkeit dem Kaiserreiche zu erhalten bestrebt waren, in Thätigkeit blieb. Durch ein sorgfältiges Studium der Localitäten hat *Gardner Wilkinson* festgestellt, daß die Niederlassung am Djebel Fateereh kurz nach der Herrschaft Hadrians verlassen wurde, und die dort vorgefundenen Capitäle, Säulen etc. deuten an, daß die Arbeiten plötzlich eingestellt worden sind. Sollte der Grund nicht in dem Aufhören der Canalschifffahrt zu suchen sein? Auch eine zu Syene gefundene Inschrift (copirt von *Belzoni* und *Caillaud*, und mit der Sammlung *Mimaut* dem Museum des Louvre einverleibt) spricht zwischen 205 und 209 (gleichzeitig also mit der Herrschaft des Septimus

Severus und seiner Söhne) von neu entdeckten Steinbrüchen, aus denen man Pilaster, große und viele Säulen bezog, und welche somit damals im Großen ausgebeutet werden mußten. Zwar entstammt das Material zur Pompejussäule diesen neuen Brüchen, aber alle übrigen Befunde weisen doch darauf hin, daß von nun ab bei den Decorationen der Gebäude, der öffentlichen Plätze, der Triumphbogen u. s. w. von den Monolithen kein Gebrauch mehr gemacht wurde. Hiernach scheint es mir, daß das Verlassen der Brüche am Djebel Fateereh durch die Versandung des Canalbettes herbeigeführt wurde, und daß in Folge dessen auch die neuen Steinbrüche bei Syene in Angriff genommen worden sind. — Auf die Porphyrbrüche am Djebel Dokhan übte die Canalversandung einen weit geringern Einfluß; die in diesen gebrochenen Stücke waren kleiner und ließen sich anderweitig transportiren. Eine Stelle bei *Eusebius* (Hist. eccles. Lib. VIII, c. 8 [de martyr. Palaest.]) lehrt in der That, daß unter Diocletian die Porphyrbrüche noch in regem Betriebe waren, daß man nach dort die Christen schickte und sie zu diesen schweren Arbeiten verdammte. Ferner folgt aus den Nachrichten bei *Paulus Silentius* (Descr. S. Sophia. I. v. 379, 380, 625—627), daß sie auch noch später ausgebrochen und die Porphyrstücke auf dem Nil fortgeschafft wurden. So befinden sich die Angaben der alten Schriftsteller und die neueren Befunde in bester Uebereinstimmung, und der Canal hat demnach während seiner ersten Periode (von Ptolemaeus Philadelphus bis zum Ende der Regierung von Marc Aurel oder vielleicht bis auf Septimus Severus) 5 Jahrhunderte ununterbrochen der Schifffahrt gedient."

Der Canal des Amrû. Die Nachrichten der arabischen Schriftsteller, auf welche sich unsere Kenntnisse des sog. Amrûcanales gründen, sind von *Lepère, Quatremère* und *Seetzen* übersetzt, und *Schleiden* hat, bei gleichzeitiger Mittheilung ziemlich aller dieser Urkunden, nicht ohne Geschick einer jeden derselben ihren verdienten Platz angewiesen. Es würde danach vollkommen überflüssig sein, hier eine neue Verdeutschung jener Schriftstücke anzustreben, und ich beschränke mich deshalb auch darauf, den scharfsinnigen Gedankengang *Letronne*'s an der von *Alex. v. Humboldt* (vgl. S. 149) angeführten Stelle zu kennzeichnen, da gerade diese Mittheilung, so wichtig sie auch ist, von allen späteren Specialforschern gänzlich vernachlässigt wurde. *Dicuil*, welchem *Letronne* die Erlebnisse des Mönches Fidelis nacherzählt, lebte im 9. Jahrhundert. Seinem Berichte über die Kornkammern des Joseph (d. s. die Pyramiden) fügt dieser Pilger die Bemerkung hinzu: «Deinceps intrantes (scil. laïci et clerici) in naves in Nilo flumine, usque ad introitum maris Rubri navigaverunt.» Dieser Nachricht würde zu entnehmen sein, daß der von den Arabern restituirte Canal noch im Beginn des 9. Jahrhunderts schiffbar gewesen sei; ersieht man doch aus der Notiz, daß Fidelis auf einer Abzweigung des Nil an's Rothe Meer ge-

langte. Nun sagt aber *Langlès:* „Seit 767 nennt uns die Geschichte keinen Souverain, welcher versucht hätte, diese bedeutende Communication wieder zu eröffnen.“ „Ist es nicht seltsam“, so äußert *Letronne,* „wenn man hört, ein Canal sei mit einem Schiffe befahren worden, der seit 50 bis 55 Jahren zugeworfen ist? Hier liegt ein Widerspruch vor! Denn weder läßt sich annehmen, der Nachfolger von el Mansur habe den Canal wieder geöffnet (das hätten uns die arabischen Schriftsteller sicherlich überliefert), noch daß Fidelis' Angabe keinen Glauben verdiene. Es muß sich eine andere Lösung dieses Widerspruchs ergeben. *Dicuil* muß 825 mindestens 50 Jahre alt gewesen sein, und er sagt, daß Fidelis ihm im Dabeisein seines Lehrers Suibneus die Geschichte erzählt habe. Die irländischen Annalen führen zwei Abbés dieses Namens auf, von denen der eine 767, der andere 776 gestorben ist. Letzterer scheint der von *Dicuil* genannte zu sein. Fidelis kehrte nach 12jähriger Abwesenheit zurück, und so kann dieser nur zwischen 762 und 765 in Aegypten gewesen sein, also 2 oder 4 Jahre vor der definitiven Zerstörung der Verbindungsstraße zwischen beiden Meeren.“

Schließlich sei noch darauf hingewiesen, daß *Schleiden* sich veranlaßt sah, von der Angabe *Schems-Eddin*'s: der Canal sei auf Befehl el Mansur's bei Kolzum geschlossen worden, abzuweichen. „Die gut erhaltenen Wände des Canals gerade in seinem auf der Suezbarre liegenden Theile scheinen einer hier stattgefundenen Zuschüttung zu widersprechen, während der Damm, welcher bei Râs el Wady das Wady Tûmîlât quer durchschneidet und bis 1800, in welchem Jahre er von einer ungewöhnlich hohen Nilschwelle durchbrochen wurde, das Wasser von dem Timsahsee abhielt, allem Anscheine nach aus jener Zeit stammt.“

Länge, Breite und Tiefe der einzelnen Canalanlagen.

„Ziehen wir“, sagt *Lepère,* „die vier Stücke in Betracht, aus welcher sich die alte Canalanlage zusammensetzt: 1. die Abzweigung des Pelusischen Nilarms, welche ihr Wasser oberhalb von Bubastis empfing, 2. die Canalstrecke, welche von Bubastis durch's El Wady bis in die Nähe des Serapeums reichte, 3. die 6—8 Meilen lange, in südöstlicher Richtung die Bitterseen durchschneidende Strecke und 4. die 5 Meilen lange Verbindung, welche zum Arabischen Golfe führte, — so ergibt sich für den Canal als solchen eine Totallänge von 25 Meilen und (mit Hinzuziehung der Bitterseen) eine schiffbare Fahrstraße von 33 Meilen. *Lepère* glaubte, daß von *Herodot,* welcher sagt: „Der Canal ist eine Fahrt von 4 Tagen“, dieser in seiner ganzen oben angegebenen Länge gemeint sei. „8 Meilen“, so schließt *Lepère,* „ist für ein Fahrzeug eine kleine Tagestour; doch erinnern wir uns,

daß man damals mit Triremen fuhr, daß die Segel auf dem Canale nur selten in Anwendung gebracht werden konnten, und man meist auf Ruder und Ziehseile angewiesen blieb.“ Anderer Ansicht ist *Stephan* (S. 428), dessen Worte folgende sind: „Die Länge gibt *Plinius* auf 62 römische Millien, d. h. etwa 13 deutsche Meilen an. Da *Herodot* wahrscheinlich Tagereisen meint, in welchen er oft die Entfernungen auch zu Wasser ausdrückt, so würden die Angaben beider Schriftsteller übereinstimmen und zugleich beweisen, daß das Rothe Meer damals weiter hinauf gereicht hat, wahrscheinlich bis zu der heute Serapeum genannten Erdschwelle zwischen den Bitterseen und dem Timsahsee.“ Mit *Stephan*'s Ansicht deckt sich auch diejenige *Linant*'s (S. 183 u. 184).

Der Canal ist nach *Herodot* so breit gegraben, daß zwei Dreiruder neben einander dahin fahren können. „Die Breite der griechischen Dreiruder“, sagt *Stephan* (S. 429), „kann man zu 14 Fuß in der Wasserlinie und 18 Fuß oben annehmen, wie Dr. *Graser* dies neuerdings in seinen archäologischen Untersuchungen über den Schiffbau nachgewiesen. Nimmt man nun 30 Fuß Spielraum zwischen den beiden Fahrzeugen und an beiden Seiten der Böschungen noch je 38 Fuß, so erhält man eine Breite des alten Canals in der Wasserlinie von 134 Fuß.“ *Plinius* schrieb dem Ptolemäercanal eine Breite von 100 Fuß, und die übertriebene Tiefe von 30 Fuß, nach einigen Ausgaben selbst eine solche von 40 Fuß zu. Nach *Strabo* wäre derselbe 100 Ellen (nach *Lepère* ungefähr 150 Fuß entsprechend) breit gewesen und «tief genug für ein sehr schwer beladenes Lastschiff». Nach letzterer Angabe reducirt *Lepère* die Tiefe des Canals auf 10—12 Fuß. Der heutige Süßwassercanal folgt zum Theil dem Tracé des alten Canals. Nach den Spuren zu urtheilen, scheint *Stephan* die Breite bei 15—18 Fuß Tiefe gegen 150 Fuß in der Wasserlinie betragen zu haben; die Böschungen scheinen ihm ziemlich steil und stellenweise mit einem Steinbelag versehen gewesen zu sein. Vgl. auch S. 125.

Der 160 km. lange *Lesseps*'sche maritime Canal besitzt bei einer überall beibehaltenen Sohlbreite von 22 m. eine Tiefe von 8—8½ m., die auf einer etwa 300 Schritt langen Stelle am Serapeum aber erst später durch Ausbaggern erreicht worden ist; gleich nach der Eröffnung zeigte der Canal auf dieser Strecke nur eine Tiefe von 17 Fuß. Die Breite in der Wasserlinie des Canals beträgt auf ⅘ seiner Länge 100 m., doch haben einige der Stellen im erhöhten Terrain nur 58 m. erhalten. Gegenwärtig wird daran gearbeitet, dem Canale überall eine Tiefe von 8½ m. zu geben und seine Sohle von 22 auf 37 m. zu verbreitern. Binnen der drei nächsten Jahre sollen die Veränderungen fertig gestellt werden, und es wird dann der Canal durchweg die Breite haben, welche er gegenwärtig nur an den Ausweichestellen besitzt. Auch denkt man daran, späterhin eine Ver-

breiterung auf 60 m. in der Sohle und auf 126 m. am Wasserspiegel anzustreben.

Der *Lesseps*'sche Süßwassercanal, welcher nach einem Laufe von 30 Meilen in die Lagune von Suez einmündet, hat eine Tiefe von 2 m. und 10—25 m. Breite. Zur Ausgleichung der Niveaudifferenz zwischen dem Nil und dem Rothen Meere sind zwei Schleusen, jede von 3 m. angebracht.

Analytische Belege zu den Tabellen auf S. 23 und 24.

A. Directe Ergebnisse der Analysen.

I. Wasser des Rothen Meeres, geschöpft d. 14. Februar 1887 Morgens 9 Uhr auf der Fahrt von Suakim nach Djedda, ca. 15 Kilometer südwärts von letzterer Stadt, an der Oberfläche. Seit 14 Tagen herrschte nachweislich regenloses Wetter.

1. 5 cbc. verlangen 31.3 cbc. $^1/_{10}$ Normalsilberlösung = 22.2230 p. M. Chlor (incl. Brom).
2. a) 10 cbc. = 0.0765 gr. $BaSO_4$ = 2.6266 p. M. SO_3.
   b) 10 cbc. = 0.0760 gr. $BaSO_4$ = 2.6094 p. M. SO_3.
3. a) 20 cbc. = 0.016 gr. $CaCO_3$ = 0.3200 p. M. Ca.
   b) 20 cbc. = 0.0158 gr. $CaCO_3$ = 0.3160 p. M. Ca.
4. a) 20 cbc. = 0.137 gr. $Mg_2P_2O_7$ = 1.48108 p. M. Mg.
   b) 20 cbc. = 0.137 gr. $Mg_2P_2O_7$ = 1.48108 p. M. Mg.
5. a) 20 cbc. nach Ausfällung von SO_3, Ca u. Mg = 0.6407 gr. oder 32.035 p. M. Chloralkalien; in diesen = 0.0605 K_2PtCl_6 = 0.485495 p. M. K.
   b) 20 cbc. nach Ausfällung von SO_3, Ca u. Mg = 0.6470 gr. oder 32.350 p. M. Chloralkalien; in diesen = 0.0663 K_2PtCl_6 = 0.53204 p. M. K
   und als Mittel aus beiden Analysen 31.2206 p. M. NaCl = 12.2748 p. M. Na.
6. a) 20 cbc. Wasser direct eingedampft, bei 180° *C.* getrocknet = 0.805 gr. oder 40.250 p. M. Rückstand; mit Schwefelsäure abgeraucht = 0.966 gr. oder 48.300 p. M. Sulfate.
   b) 20 cbc. ebenso behandelt = 0.8042 gr. oder 40.210 p. M. Trockenrückstand und 0.9551 gr. oder 47.755 gr. Sulfate.

II. Wasser aus dem natürlichen Canale vor Suakim, geschöpft den 8. Februar 1887 Morgens um ungefähr 11 Uhr, an der Oberfläche. Wochenlang vorher regenlose Zeit.

1. 5 cbc. verlangen 31.5 cbc. $^1/_{10}$ Normalsilberlösung = 22.365 p. M. Chlor (incl. Brom).

2. 10 cbc. = 0.0700 gr. $BaSO_4$ = 2.40343 p. M. SO_3.
3. 10 cbc. = 0.008 gr. $CaCO_3$ = 0.3200 p. M. Ca.
4. 10 cbc. = 0.0602 gr. $Mg_2P_2O_7$ = 1.30162 p. M. Mg.
5. 10 cbc. Wasser direct eingedampft, bei 180° *C.* getrocknet = 0.406 gr. oder 40.06 p. M. Rückstand; mit SO_4H_2 abgeraucht = 0.477 = 47.7 p. M. Sulfate.

III. Wasser aus dem Großen Bittersee, ca. 30 m. vom Ufer bei der Bahnstation Fayed, geschöpft den 28. December 1886 an der Oberfläche. Vorausgegangene Zeit lange regenlos.

1. 5 cbc. fordern 49.0 cbc. 1/10 Normalsilberlösung = 35.790 p. M. Chlor (incl. Brom).
2. a) 10 cbc. = 0.1265 gr. $BaSO_4$ = 4.34334 p. M. SO_3.
   b) 10 cbc. = 0.1260 gr. $BaSO_4$ = 4.32618 p. M. SO_3.
3. a) 20 cbc. = 0.0356 gr. $CaCO_3$ = 0.7120 p. M. Ca.
   b) 20 cbc. = 0.0356 gr. $CaCO_3$ = 0.7120 p. M. Ca.
4. a) 20 cbc. = 0.203 gr. $Mg_2P_2O_7$ = 2.1946 p. M. Mg.
   b) 20 cbc. = 0.2026 gr. $Mg_2P_2O_7$ = 2.19027 p. M. Mg.
5. a) 20 cbc. nach Ausfällung von SO_3, Ca u. Mg = 1.0030 gr. oder 50.150 p. M. Chloralkalien; in diesen = 0.0710 gr. K_2PtCl_6 = 0.56975 p. M. K.
   b) 20 cbc. nach Ausfällung von SO_3, Ca u. Mg = 1.0089 gr. oder 50.445 p. M. Chloralkalien; in diesen = 0.0740 gr. K_2PtCl_6 = 0.59383 p. M. K
   und als Mittel aus beiden Analysen 49.18613 p. M. NaCl = 19.34530 p. M. Na.
6. a) 20 cbc. Wasser direct eingedampft, bei 180° *C.* getrocknet = 1.270 gr. oder 63.50 p. M. Rückstand; mit Schwefelsäure abgeraucht = 1.492 gr. oder 74.60 p. M. Sulfate.
   b) 20 cbc. ebenso behandelt = 1.272 gr. oder 63.6 p. M. Trockenrückstand und 1.494 gr. oder 74.67 p. M. Sulfate.

IV. Wasser aus der südwestwärts von Ismailia gelegenen Bucht des Timsah-Sees, geschöpft d. 22. Februar 1887 Morgens zwischen 9 u. 10 Uhr an der Oberfläche. Mindestens 8 Tage vorher keinen Regen.

1. 5 cbc. verlangen 45.5 cbc. 1/10 Normalsilberlösung = 32.205 p. M. Chlor (incl. Brom).
2. a) 10 cbc. = 0.1184 gr. $BaSO_4$ = 4.0652 p. M. SO_3.
   b) 10 cbc. = 0.1186 gr. $BaSO_4$ = 4.0721 p. M. SO_3.
3. a) 20 cbc. = 0.0328 gr. $CaCO_3$ = 0.656 p. M. Ca (nachweisbarer Verlust).
   b) 20 cbc. = 0.0348 gr. $CaCO_3$ = 0.6960 p. M. Ca.
   c) 20 cbc. = 0.0338 gr. $CaCO_3$ = 0.6760 p. M. Ca.

4. a) 20 cbc. = 0.191 gr. $Mg_2P_2O_7$ = 2.06485 p. M. Mg.
   b) 20 cbc. = 0.1880 gr. $Mg_2P_2O_7$ = 2.0324 p. M. Mg.
   c) 20 cbc. = 0.1883 gr. $Mg_2P_2O_7$ = 2.035676 p. M. Mg.
5. a) 20 cbc. nach Ausfällung von SO_3, Ca u. Mg = 0.954 gr. oder 47.70 p. M. Chloralkalien; in diesen = 0.0650 gr. K_2PtCl_6 = 0.521605 p. M. K.
   b) 20 cbc. nach Ausfällung von SO_3, Ca u. Mg. = 0.9550 gr. oder 47.75 p. M. Chloralkalien; in diesen = 0.0700 gr. K_2PtCl_6 = 0.56175 gr. K
   und als Mittel aus beiden Analysen 46.6903 p. M. NaCl = 18.3569 p. M. Na.
6. a) 20 cbc. Wasser direct eingedampft, bei 180° *C.* getrocknet = 1.216 gr. oder 60.80 p. M. Rückstand; mit Schwefelsäure abgeraucht = 1.447 gr. oder 72.35 p. M. Sulfate.
   b) 20 cbc. ebenso behandelt = 1.218 gr. oder 60.90 p. M. Trockenrückstand und 1.406 gr. = 70.30 p. M. Sulfate.

Die specifischen Gewichte, mit *Geissler*'s Pyknometer bestimmt, dessen in 0.1° *C.* getheiltes eingeschliffenes Thermometer genau calibrirt ist, ergaben sich auf dest. Wasser von 21.0° *C.* = 1 bezogen, wie in der Tabelle S. 23 angegeben ist.

B. Berechnungen.

I. Rothes Meerwasser südlich von Djedda.

a) Calciumsulfat, $CaSO_4$.

Calcium ist vorhanden	0.3180	p. M.
bindend SO_3	0.636	p. M.
zu $CaSO_4$ . . .	1.0812	p. M.

b) Magnesiumsulfat, $MgSO_4$.

SO_3 ist vorhanden	2.6180	p. M.
Davon ist gebunden		
an Calcium	0.636	p. M.
an Magnesium	1.982	p. M.
zu $MgSO_4$ . . .	2.9730	p. M.

c) Chlorkalium, KCl.

Kalium ist vorhanden	0.508767	p. M.
bindend Chlor	0.463108	p. M.
zu KCl . . .	0.971875	p. M.

d) Chlornatrium, NaCl.

Natrium ist vorhanden	12.2748	p. M.
bindend Chlor	18.9458	p. M.
zu NaCl . . .	31.2206	p. M.

e) Chlormagnesium, $MgCl_2$.

Chlor ist vorhanden	22.223	p. M.
Davon ist gebunden		
an Kalium	0.4631	p. M.
an Natrium	18.9458	p. M.
Rest an Cl	2.8141	p. M.
Magnesium ist vorhanden	1.48108	p. M.
Davon ist gebunden an SO_4	0.59460	p. M.
Rest an Mg	0.88648	p. M.
bindend Chlor	2.62250	p. M.
zu $MgCl_2$	3.50898	p. M.

II. Wasser aus dem natürlichen Schifffahrtscanale vor Suakim.

a) Calciumsulfat, $CaSO_4$.

Calcium ist vorhanden	0.3200	p. M.
bindend SO_3	0.640	p. M.
zu $CaSO_4$	1.088	p. M.

b) Magnesiumsulfat, $MgSO_4$.

SO_3 ist vorhanden	2.40343	p. M.
Davon ist gebunden		
an Calcium	0.640	p. M.
an Magnesium	1.76343	p. M.
zu $MgSO_4$	2.64516	p. M.

c) Chlormagnesium, $MgCl_2$.

Magnesium ist vorhanden	1.30162	p. M.
Davon ist gebunden an SO_4	0.52903	p. M.
Rest an Mg	0.77259	p. M.
bindend Chlor	2.28558	p. M.
zu $MgCl_2$	3.05817	p. M.

III. Wasser aus dem Großen Bittersee bei Fayed.

a) Calciumsulfat, $CaSO_4$.

Calcium ist vorhanden	0.7120	p. M.
bindend SO_3	1.4240	p. M.
zu $CaSO_4$	2.4208	p. M.

b) Magnesiumsulfat, $MgSO_4$.

SO_3 ist vorhanden	4.33476	p. M.
Davon ist gebunden		
an Calcium	1.4240	p. M.
an Magnesium	2.91076	p. M.
zu $MgSO_4$	4.36614	p. M.

c) Chlorkalium, KCl.

Kalium ist vorhanden	0.58179	p. M.
bindend Chlor	0.52958	
zu KCl	1.11137	p. M.

d) Chlornatrium, NaCl.

Natrium ist vorhanden	19.3453	p. M.
bindend Chlor	29.8513	p. M.
zu NaCl	49.1966	p. M.

e) Chlormagnesium, $MgCl_2$.

Chlor ist vorhanden	35.790	p. M.
Davon ist gebunden		
an Kalium	0.52958	p. M.
an Natrium	29.8513	p. M.
Rest an Cl	5.40912	p. M.
Magnesium ist vorhanden	2.192435	p. M.
Davon ist gebunden an SO_4	0.87323	
Rest an Mg	1.319205	p. M.
bindend Chlor	3.90265	p. M.
zu $MgCl_2$	5.221855.	

IV. Wasser aus dem Timsah-See südwestwärts von Ismailia.

a) Calciumsulfat, $CaSO_4$.

Calcium ist vorhanden	0.6860	p. M.
bindend SO_3	1.3720	p. M.
zu $CaSO_4$	2.3324	p. M.

b) Magnesiumsulfat, $MgSO_4$.

SO_3 ist vorhanden	4.06865	p. M.
Davon ist gebunden		
an Calcium	1.3720	p. M.
an Magnesium	2.69665	p. M.
zu $MgSO_4$	4.04498	p. M.

c) Chlorkalium, KCl.

Kalium ist vorhanden	0.541678	p. M.
bindend Chlor	0.493066	p. M.
zu KCl	1.034744	p. M.

d) Chlornatrium, NaCl.

Natrium ist vorhanden	18.3569	p. M.
bindend Chlor	28.3334	p. M.
zu NaCl	46.6903	p. M.

e) Chlormagnesium, $MgCl_2$.

Chlor ist vorhanden	32.205	p. M.

Davon ist gebunden		
an Kalium	0.4931	p. M.
an Natrium	28.3334	p. M.
Rest an Cl . . .	3.3785	p. M.
Magnesium ist vorhanden	2.034035	p. M.
Davon ist gebunden an SO_4	0.80900	p. M.
Rest an Mg . . .	1.225035	p. M.
bindend Chlor	3.624062	p. M.
zu $MgCl_2$ . . .	4.849097	p. M.

Erklärung der Tafel I. u. II.

Taf. I.

Die alte Suezcanalanlage auf der Weltkarte in der Großherzogl. Bibliothek zu Weimar aus dem Jahre 1424.

Auf der berühmten, aus dem Jahre 1424 (ohne Angabe des Autors) datirten Welttafel der Großherzoglichen Bibliothek in Weimar ist das Stück, welches uns den Suezisthmus veranschaulicht, eines der werthvollsten. Vicomte *de Santarem* (Essai sur l'histoire de la cosmographie et de la cartographie pendant le moyen-âge et sur les progrès de la géographie. T. I. Paris. 1849. p. 194 u. 304), *H. Stephan* (S. 431) und mehrere Andere haben die Karte erwähnt, doch ist dieselbe niemals vervielfältigt worden und dürfte deshalb auch den meisten unbekannt geblieben sein. Ich benutze die Gelegenheit eine Copie des Suezausschnittes dieser Karte[1]) zu liefern, welche unter genauer Vergleichung des Originales sich an eine sehr sorgfältige Handzeichnung hält, die wahrscheinlich unter Herrn *v. Froriep* ausgeführt und in der Bibliothek zu Weimar neben dem Originale an der Wand aufgehängt ist.

Ein besonderes Interesse hatte *Alexander v. Humboldt* dieser Karte zugewandt, und es mag und kann zur Erläuterung derselben noch immer das dienen, was dieser kenntnißreiche Geograph 1837 in seinem „Examen critique de l'histoire de la géographie du nouveau continent" (T. II, note pag. 182 et 183) darüber geäußert hat. Es heißt daselbst: „Ce qui est surtout remarquable sur cette carte de 1424, c'est que (par simple réminiscence) on y trouve encore tracé le canal de communication entre le Nil et la Mer Rouge creusé par Ptolémée Philadelphe, rétabli d'abord par Adrien et puis par les Arabes, et ouvert jusqu'en 767, comme M. *Letronne*

[1]) Wie es im Mittelalter Gebrauch war, so ist auch auf dieser alten Karte das Rothe Meer durch einen rothen Farbenton ausgezeichnet.

l'a prouvé en discutant l'époque du voyage en Terre-Sainte du moine Fidelis et un passage de Grégoire de Tours (*Dicuil*, 1814. p. 14—22). Le canal du Nil est représenté, sur la carte de Weimar, en communication avec une rivière qui naît en Arménie et coule d'abord du nord au sud, à l'est de Liban, en tournant vers l'ouest dans le parallèle de Babylon Aegypti. Cette même rivière a un bras qui débouche dans la Méditerranée près d'Alexandrette. Il est difficile de deviner quelle hypothèse géographique a donné lieu à une conception si extraordinaire. Est-ce l'Euphrate dont les affluens approchent de ceux de l'Oronte au sud d'Alexandrette? Comment croire qu'au 15. siècle on ait ignoré que l'Euphrat se jette dans le golfe Persique? Ce n'est point un prolongement du Jourdain par la vallée qui réunit la Mer Mort au golfe d'Acaba, car le Jourdain est figuré séparément et avec assez de précision, tandis que la rivière anonyme qui communique avec le canal de Ptolémée, dans l'isthme de Suêz même, naît dans les montagnes d'Erzeroum, montagnes qui selon la même carte, donnent naissance à une rivière (le Turak, ou Boas des anciens?) qui coule au N.N.O. vers la Mer Noire, et à une autre (le Tigre?) qui se dirige au S.E. J'entre dans ces détails pour faciliter l'examen des analogies ou des différences qu'offre ce monument curieux de la géographie du moyen-âge avec d'autres cartes enfouies dans les archives et les bibliothèques d'Italie."

Einige Seiten später (S. 186 Anm.) weist *A. v. Humboldt* auch auf den beachtenswerthen Umstand hin, daß auf den beiden anderen Karten der Großherzogl. Bibliothek zu Weimar, von denen die eine den Titel führt: „Carta universal en que se contiene todo lo que del Mundo sea descubierto fasta aora; hizola un Cosmographo de Su Magestad anno MDXXVII en Sevilla", die andere von *Diego Ribero* angefertigt und dem Jahre 1529 entstammt, Jerusalem nordwestlich von Suez liegt, und daß auf beiden der Meridianunterschied zwischen Cairo und Suez 20^0 beträgt, während die Karte aus dem Jahre 1424 nur 2^0 gibt. Diese Ausdehnung des östlichen Aegyptens auf den späteren Karten läßt sich um so weniger begreifen, als der übrige Theil von Nordafrika ziemlich richtig dargestellt ist, und es lehren diese Irrungen nur zu deutlich, daß das Interesse an einer maritimen Verbindung zwischen Mittelländischem und Rothem Meere in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts vollständig erloschen war.

Taf. II.

Die neuen Canalanlagen auf dem Suezisthmus.

Die Suezcanalanlagen des Alterthums.

Das Terrain der heutigen Suezlandenge zur Quartärzeit nach *Th. Fuchs.*

Von den drei Karten, welche unter Taf. II zusammenbegriffen sind, stellt die letzte: „Das Terrain der heutigen Suezlandenge zur Quartärzeit“ eine getreue Copie der *Fuchs*'schen Skizze (Die geologische Beschaffenheit der Landenge von Suez. a. a. O.) dar, und das einer weiteren Erläuterung Bedürftige findet durch die Randnoten auf dem Plane selbst seine Erklärung.

Bezüglich der Einzelheiten auf den beiden anderen kartographischen Zeichnungen muß auf die S. 2—12 des Textes sowie auf die S. 96—129 der „Erläuterungen und Zusätze“ verwiesen werden. Nur auf einige, an den genannten Stellen kurz oder zusammenhangslos angeführte Puncte, welche auf den Karten eine Mitberücksichtigung erfahren haben, glaube ich noch besonders aufmerksam machen zu sollen.

Die erste der Karten, „Die neuen Canalanlagen auf dem Suezisthmus“ benannt, veranschaulicht unter anderen, in welcher Weise die Auffüllung des Timsah- wie der Bitterseen zu Stande kam. Der Timsahsee wurde ausschließlich vom Mittelländischen Meere aus gefüllt, und zwar begann man mit der Inundation am 18. November 1862. Nach *Stephan* (S. 456) waren 80 Mill cbm. Wasser zu seiner Ausfüllung erforderlich, doch mit Rücksicht auf die Verdunstung und Einsaugung stellte sich die Einströmung auf 100 Mill. cbm. Die Becken der Bitterseen wurden erst mehrere Jahre später unter Wasser gesetzt; zwei Schleusenvorrichtungen, deren Lage auf unserer Karte eingetragen ist, waren für diesen Bewässerungsvorgang construirt worden: die eine für die vom Mittelmeere, die andere für die vom Rothen Meere eintretende Wassermasse. Die Auffüllung erfolgte anfangs (März 1869) nur vom Mittelländischen, später aber auch vom Rothen Meere aus. Das Werk nahm 7 Monate in Anspruch und verlangte im ganzen 1500 Mill. cbm. Wasser. — Wie sich hiernach die Vertheilung der Wasser beider Meere in den genannten Depressionen zu Anfang gestaltet haben muß, ist mit Hülfe einer jeden den beiden Meeren besonders zugetheilten Färbung auf der Zeichnung mit zum Ausdruck gelangt. Die schwarzen Kreuze im Timsah- wie im Großen Bitterseebassin deuten in ihren Durchschneidungspuncten die Orte an, an welchen ich die von Herrn *Rich. Hemala* und mir analysirten Wasserproben schöpfte.

Bei der Darstellung der topographischen Verhältnisse auf der Suezlandenge im Alterthum habe ich es der großen Meinungsdifferenzen halber für rathsam erachtet, die Namen der alten Ortschaften nur dann einzutragen, wenn alle Zweifel an deren Lage gehoben sind; andernfalls habe ich die Namen der jetzt bestehenden Ansiedlungen angegeben, welche gewissermaßen an die Stelle der alten getreten sind. An der Hand der Verzeichnisse auf S. 99 ff. und S. 117 ff. dürfte es so leicht gelingen, einer jeden der alten Niederlassungen den ihr von den einzelnen Autoren eingeräumten

Platz auf der Karte anzuweisen. Der Verlauf des ältesten Theiles der Canalanlagen, welcher schon unter Seti und Ramses bestanden haben mag, ist durch eine beiderseits gestrichelte Linie kenntlich gemacht, und die nach *Strabo*'s Angabe durch den Nilzufluß entsalzenen Lacus amari (die Fontes amari des *Plinius*) sollen durch die Mischung der beiden, zur Unterscheidung des Nilcanal- und des Rothen Meer-Wassers ausgewählten rothen Farbentöne ihren Charakter als Brackwasserlagune auch dem Beschauer der Karte zu erkennen geben. Ein von den meisten neueren Schriftstellern angenommenes, historisch nachweisbares Zurückweichen des Rothen Meeres nach Süden zu ist, obschon ich mich dieser Hypothese nicht anschließen kann, auf dem Plane ebenfalls zum Ausdruck gelangt. Ich denke mir, um es nochmals kurz hervorzuheben, die früher bestandenen Verhältnisse so, wie sie bereits von *Lepsius* (S. 346 u. 347) in folgenden, nicht mißzuverstehenden Sätzen vor fast 40 Jahren geschildert worden sind: „*Du Bois-Aimé* glaubte sich durch die verschiedenen Angaben zu der ausführlich dargelegten Vermuthung berechtigt, daß in früherer Zeit der Meerbusen sich viel weiter nach Norden erstreckt und die ganzen Niederungen der jetzt trocken liegenden sog. Bitterseen erfüllt, später aber durch Versandung sich in seine jetzigen Ufer zurückgezogen habe. Ich glaube nicht, daß wir nöthig haben, eine solche Naturveränderung anzunehmen und am entschiedensten scheinen mir die schon von der französischen Expedition nachgewiesenen Reste eines künstlichen Canals von über 4 Lieues Länge, der von Suez aus nach Norden läuft, dagegen zu sprechen; denn wo Meer war konnte ja kein Canal gezogen werden; es brauchte höchstens die versandete Passage wieder schiffbar gemacht zu werden. Die Eröffnung dieses Canals mußte aber fast ganz dieselben Folgen haben, die man aus der Annahme des verlängerten Meeres ziehen will. Durch den Canal füllten sich die weiten Becken der Bitterseen, sowie auch die nördlich angrenzenden Seen und die Niederung von Saba Biar, die sich bis zu den Ruinen von Magfar hinzieht. Hier erst begann der eigentliche Nilcanal, welcher sein Wasser von Westen erhielt. Hier war der Hafen, in welchem man sich zur Fahrt auf dem Rothen Meere einschiffte, wie *Strabo* ausdrücklich sagt. Von hier an hatte der Reisende, wegen der natürlichen und weit ausschweifenden Seeufer den Eindruck der Meerfahrt; dieser künstlich zum Meerbusen gezogene Theil konnte daher auch ganz begreiflich der innerste Winkel des Busens genannt werden. *Strabo* oder *Eratosthenes*, den er anführt, sagt sogar an einer Stelle ausdrücklich, daß Heroopolis am Nile, das heißt an einem Nilcanale lag, und nennt doch die Stadt selbst zugleich den Winkel des Arabischen Golfes."

Auch für den eingetragenen Verlauf des *Linant*'schen Necho-Canals und der von *Schleiden* angenommenen Ptolemäer-Canäle, welche oberhalb

von Phakusa den Pelusischen Nilarm gemeinsam verlassen, bei dem alten Philon auseinandergehen und in die Ballahseen einmünden, muß ich von vornherein jede Verantwortung zurückweisen. Was mich bestimmt, das untere Ende des Pelusischen Nilarmes ungefähr vom alten Daphnae aus in annähernd gerader Linie auf Pelusium hinzuführen, ist S. 98 erörtert worden. Um jedoch auch hier allen Vorwürfen zu begegnen, habe ich die von *Schleiden* und *Linant* vertretene Ansicht auf der Karte nicht unberücksichtigt lassen dürfen.

Berichtigung.

In der Tabellenüberschrift auf S. 23 steht irrthümlich 1887/88 statt 1886/87.

Nachträge.

Zu S. 49 Anm. So sehr ich bedauern muß, daß ich das mir von Herrn Professor Dr. *P. Magnus* gütigst zugestellte **Verzeichniß der dem Rothen- und dem Mittelländischen Meere gemeinsamen Algenformen** nicht mehr dem Texte an passender Stelle einordnen konnte, so vermag ich es doch nicht hoch genug zu veranschlagen, daß ich in den Stand gesetzt bin, ein für die Beurtheilung des Abgeschlossenbleibens beider Meere so wichtiges Document den Interessenten noch nachträglich unterbreiten zu dürfen. Ein von Herrn *G. Zeller* in Stuttgart 1877 verfaßtes handschriftliches Verzeichniß der Algen des Rothen Meeres, welches das von *Zanardini* (l. c.) herausgegebene an Vollständigkeit übertrifft und 236 Arten aufführt, wurde Herrn Prof. *Magnus* zu diesem Zwecke von Herrn Prof. Dr. *P. Ascherson* übergeben, und die Benutzung dieses Manuscriptes hat es mit sich gebracht, daß dem Wunsche nicht eher zu entsprechen war, welchen ich,

die vielen Schwierigkeiten einer solchen Zusammenstellung nicht genugsam erwägend, Herrn Prof. *Magnus* gegenüber hatte laut werden lassen. Ich glaube nicht erwünschter und zuverlässiger handeln zu können, als wenn ich das mir brieflich Mitgetheilte dem Wortlaute nach hier niederlege. Herr Prof. *Magnus* schrieb mir wie folgt: „Aus dem mit objectiven und kritischen Bemerkungen versehenen Verzeichnisse von *Zeller* habe ich nur die ganz sicheren, unzweifelhaft am Rothen Meere gewachsenen Arten aufgenommen, alle irgendwie zweifelhaften ausgeschlossen und habe auch *Zanardini* zu Rathe gezogen. Demnach wachsen von den im Mittelmeere auftretenden Species auch im Rothen Meere:

1. Padina Pavonia *(L.) Gaillon.*
2. Zonaria flava *Ag.*
3. Dictyota dichotoma var. implexa *J. Ag.*
4. D. fasciola *(Rth.) Lmx.*
5. Stilophora rhizodes *J. Ag.*
6. Sphacelaria cervicornis *Ag.*
7. Sph. tribuloides *Menegh.*
8. Ectocarpus siliculosus *Ag.*
9. Rytiphlaea tinctoria *Ag.*
10. Acanthophora Delilei *Lmx.*
11. Digenea simplex *Ag.*
12. Jania rubens *Lmx.*
13. Amphiroa rigida *Lmx.*
14. Lithothamnion polymorphum *(L.) Aresch.*
15. Lith. racemus *(Lam.) Aresch.*
16. Melobesia farinosa *Lmx.*
17. Melob. membranacea *(Esper) Lmx.*
1. Gelidium corneum *Kg.*
19. Gel. crinale *Lmx.*
20. Gel. corneum var. caespitosum *J. Ag.* = Acrocarpus pusillus *Kg.*

21. Hypnea musciformis *Lmx.*
22. Liagora viscida *Ag.*
23. Gigartina Teedii *Rth.*
24. Gig. acicularis *(Wulf.) Lmx.*
25. Caulacanthus ustulatus *Kg.*
26. Halymenia Floresia *Ag.*
27. Spyridia filamentosa *Wulf.*
28. Centroceras clavulatum *Mont.*
29. Ceramium rubrum *Huds.*
30. Cer. tenuissimum *Lyngb.*
31. Cer. gracillimum *Harv.*
32. Cer. diaphanum *Rth.*
33. Goniotrichum dichotomum *Kg.*
34. Codium tomentosum *Ag.*
35. Cod. elongatum *Ag.*
36. Valonia utricularis *Ag.*
37. Val. makrophysa *Kg.*
38. Mikrodictyon Agardhianum *Desne.*
39. Bryopsis hypnoides *Lmx.* = Br. plumosa *Ag.*
40. Br. tenuissima *Mor. & de Not.*
41. Br. Balbisiana *Lmx.*
42. Ulva Lactuca *L.*
43. U. latissima *L.*
44. Enteromorpha compressa *L.*
45. Ent. intestinalis *Lk.*
46. Ent. clathrata *Harv.*
47. Phycoseris fasciata *Kg.*
48. Cladophora lubrica *Kg.*
49. Calothrix confervicola *Ag.*“

„Es sind sicher noch einige Species gemeinsam, da ich, wie gesagt, zweifelhafte oder mir unklare nicht aufnahm, was namentlich von den Gattungen Conferva, Cladophora und

Chaetomorpha gilt. Bei diesen Gattungen ist die Unterscheidung der Species zur Zeit noch zu schwierig. Trotz dieser beträchtlichen Anzahl gemeinsamer Arten sind die Algenfloren des Rothen und des Mittelländischen Meeres aber doch ganz verschiedene. Wie schon *Zanardini* treffend hervorhebt, steht der Algenwuchs des Rothen Meeres dem der tropischen Meere (Indischer Ocean etc.), der des Mittelmeeres dagegen dem der nordischen Meere (Nördlicher Atlantischer Ocean, Nordsee etc.) nahe. Das geht schlagend aus der Fülle an Eigenthümlichkeiten bei beiden Meeren hervor. Im Gegensatz zum Mittelmeer finden sich im Rothen Meere die Sargassen (30 Arten), Turbinarien, Phyllacantha, Hormosira u. s. w., ferner die Polyzonia, Dasya, Gracilaria (6 Species) und die merkwürdige Caulerpa in zahlreichen besonderen Arten vor; im Mittelmeere hingegen treten Cystoseira, die Sphacelarieen, Polysiphonia (viele Formen), Delesseria, Nitophyllum, Jania, Rhodymenia, Gracilaria (5 besondere, von denen des Rothen Meeres abweichende Arten), Dasya in zahlreichen, dem Rothen Meere fehlenden Species auf u. s. w. Was die Frage betrifft, ob der Suezcanal bereits einen Austausch der Algenformen veranlaßt habe, so äußert sich *Zeller* darüber folgendermaßen: «Der Suezcanal scheint bis jetzt nichts geändert zu haben, denn unter den wenigen, seit seiner Eröffnung im Rothen Meere neu aufgefundenen Algen befinden sich ebensowohl solche, welche außerdem in den südlich angrenzenden Meeren, als solche, welche im Mittelmeere vorkommen».“

Zu S. 86. Unlängst (1886) begegnete *C. Keller* (Reisebilder aus Ostafrika und Madagascar. Leipzig. 1887. S. 28) im Canalstück beim Serapeum und im Timsahsee auch schönen und großen Wurzelquallen (Rhizostoma Cuvieri), welche aber ebenso gut aus dem Rothen Meere wie aus dem Mittelmeere in den Canal eingedrungen sein können.

Die neuen Canalanlagen auf dem Suezisthmus.

Lith. Anst. v. A. Gilt'sch Jena

F. J. B. & Co.
APR. 1943
BINDERS